

Numéro d'ordre

192

3

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES PHYSIQUES

PAR

Maurice STRIFFLING

Licencié es-Sciences

Première Thèse : CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PRÉCIPITATIONS
ATMOSPHÉRIQUES DANS LA RÉGION LYONNAISE.

Deuxième Thèse : PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 19 juin 1952, devant la Commission d'Examen

MM. DÉJARDIN,	}	<i>Président</i>
DUFAY		<i>Examineurs</i>
JANIN		

1953

Numéro d'ordre

192

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES PHYSIQUES

PAR

Maurice STRIFFLING

Licencié ès-Sciences

Première Thèse : CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PRÉCIPITATIONS
ATMOSPHÉRIQUES, DANS LA RÉGION LYONNAISE.

Deuxième Thèse : PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 19 juin 1952, devant la Commission d'Examen

MM. DÉJARDIN,	<i>Président</i>
DUFAY	} <i>Examineurs</i>
JANIN	

UNIVERSITÉ DE LYON - FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen Honoraire

M. LONGCHAMBON, O. ✱, Médaillon de la Résistance, I. +.

Professeurs Honoraires

MM. VESSIOT, C. ✱, I., Membre de l'Institut.

DULAC, O. ✱, I.

VANEY, ✱, I., +.

MEUNIER L., O. ✱, I.

MM. SIRE, ✱, I., +.

FROMAGEOT, I.

LOCQUIN, ✱, I., Correspondant de l'Institut.

DE LARAMBERGUE, A.

Doyen

M. DOUIN, O. ✱, I.

Assesseur

M. EYRAUD, ✱, I.

Professeurs

MM. LONGCHAMBON, O. ✱, Médaillon de la Résistance, I., +, *Minéralogie.*

DOUIN, O. ✱, I., *Botanique.*

DEJARDIN, O. ✱, I., *Physique Générale.*

SOLLAUD, ✱, I., *Zoologie.*

THIBAUD, I., *Physique atomique.*

EYRAUD, ✱, I., *Calcul différentiel et intégral.*

THORAL, I., *Géologie.*

DEUVRE, I., *Chimie organique.*

CORDIER, ✱, I., Chevalier du Mérite Agricole, +, *Physiologie.*

PRETTRE, ✱, I., *Chimie industrielle.*

KÜHNER, I., *Botanique.*

COURTY, A., *Chimie-Physique.*

MALÉCOT, A., *Mécanique rationnelle.*

PARIS, *Chimie minérale.*

AUMÉRAS, I., *Chimie.*

BERNARD, A., *Physique.*

VIRET, ✱, I., *Géologie.*

COLONGE, A., *Chimie.*



Maître de Conférences honoraire

M. MOURIER DES GAYETS, I., Chevalier du Mérite Agricole.

Maîtres de Conférences

MM. MEUNIER P., I., *Chim. biol.*

GILLES, A., *Botanique.*

JANIN, *Physique.*

MOUSSA, *Physique.*

NIGON, *Zoologie.*

Mme CHAIX, A., *Chimie physiolog.*

MM. MENTZER, *Chimie biologique.*

WAUTIER, *Zoologie.*

BRACONNIER, *Mathématiques.*

CUEILLERON, *Chimie.*

Chargés de cours complémentaires

MM. DUFAY, ✱, I., *Astronomie et Physique supérieure.*

PIERRON, A., *Chimie.*

GARRIGUES, A., *Botanique.*

Mme FIASSON, *Zoologie.*

MM. GAUTRIER H., *Géologie.*

MESNARD, *Physique.*

PENNANEAC'H, *Mathématiques.*

GAUTHIER J., *Chimie.*

STRIFFLING, *Météorologie.*

PELLETIER, *Géologie.*

MAZENOT, *Géologie.*

MURET, *Botanique.*

FIASSON, *Zoologie.*

TRANCHAT, *Physique.*

Secrétaire

M. ROUX, I.

A mon père et à ma mère

A ma femme

*Que tous ceux qui m'ont donné
leur précieux appui ou leurs conseils éclairés,
à la Météorologie Nationale,
à l'Université de Lyon,
au Centre National de la Recherche Scientifique,
à l'Institut des Etudes Rhodaniennes,
daignent trouver ici
l'expression de ma très profonde reconnaissance.*

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PRÉCIPITATIONS ATMOSPHÉRIQUES DANS LA RÉGION LYONNAISE

PAR MAURICE STRIFFLING

INTRODUCTION

Les pluies observées à LYON présentent certains caractères particuliers qui les distinguent nettement des précipitations des autres régions de la France. Ce fait est mis en évidence par les chiffres suivants, empruntés à SANSON (6).

Le nombre de journées de fortes précipitations (supérieures à 25 millimètres en 24 heures) pendant la période 1925 - 1939 a été de :

- 24 à PARIS
- 35 à NANCY
- 39 à NANTES
- 46 à TOULOUSE
- 78 à MARSEILLE
- 93 à LYON

Au cours de la période 1932 - 1939, la durée moyenne annuelle des précipitations s'est élevée à :

- 381 heures à MARSEILLE
- 690 heures à PARIS
- 743 heures à LYON

tandis que la durée de la plus longue chute de pluie continue a atteint :

- 20 h 30 à MARSEILLE (18 - 19 Mai 1938)
- 28 h 40 à PARIS (16 - 18 Novembre 1939)
- 44 h 55 à LYON (11 - 13 Juin 1938)

C'est donc à LYON qu'on trouve les chiffres les plus élevés, aussi bien pour la fréquence des fortes précipitations que pour la durée des pluies et leur persistance.

D'ailleurs il est couramment admis par les météorologistes effectuant l'analyse des cartes que certains phénomènes spéciaux se produisent lors du passage des perturbations sur la région lyonnaise et les montagnes environnantes. Ces phénomènes sont désignés par des termes variés tels que : pluies de relief, résidus pluvieux orographiques, accrochage des perturbations, etc...

Sur ce climat pluviométrique lyonnais, excessif à bien des égards, on ne possède pas actuellement d'autres données précises que celles de la climatologie classique, qui sont essentiellement constituées par les valeurs moyennes, les valeurs maxima, les fréquences et durées des précipitations. Les travaux les plus récents et les plus complets sur ce sujet sont ceux de SANSON (6) et de FAVROT (4). La documentation ainsi rassemblée rend, dans beaucoup de cas, de très grands services, mais elle

ne fournit aucune indication sur ces phénomènes spéciaux à la région lyonnaise et il est nécessaire, pour les étudier, d'avoir recours à la "climatologie dynamique".

On sait qu'on désigne par ce terme un ensemble de méthodes qui consistent à rattacher les valeurs des différents éléments météorologiques observés : pression, température, pluie, etc... aux grands phénomènes météorologiques qui apparaissent comme leurs causes immédiates : anticyclones et dépressions, masses d'air, fronts, etc... En pratique la climatologie dynamique s'efforce de déterminer les valeurs moyennes des éléments météorologiques dans chaque "type de temps" ou, plus exactement, dans chaque "régime météorologique" caractérisé par une configuration relativement stable des isobares au sol et en altitude.

La période sur laquelle ont porté les investigations s'étend du 1er Janvier 1946 au 31 Décembre 1951, soit six ans. Le choix de cette période a été fait en vue de bénéficier au maximum des renseignements très précieux que constituent les radiosondages et les cartes synoptiques en altitude. Depuis le 1er Janvier 1946, date à laquelle a recommencé à paraître, après les hostilités, le Bulletin Quotidien d'Etudes de la Météorologie Nationale, des radiosondages et des cartes en altitude sont régulièrement publiés dans ce bulletin. On dispose ainsi tous les jours des cartes d'isohypes (courbes de niveau) des surfaces isobares 700 millibars et 500 millibars, cartes dont les indications sont respectivement équivalentes à celles qui seraient fournies par les cartes des lignes isobares à 3000 et à 5500 mètres d'altitude. L'inconvénient résultant de la brièveté de la période climatologique étudiée (6 ans) paraît donc largement compensé par le bénéfice des informations très complètes dont on peut disposer. D'ailleurs comme la méthode de travail adoptée, qui se rapproche beaucoup de celle préconisée par BALDIT (1) consiste, conformément aux principes de la climatologie dynamique, à étudier de façon très détaillée des cas réels et non des moyennes, elle ne peut s'appliquer qu'à un nombre de cas limité, donc à une période de temps elle-même assez courte.

Les observations de pluie utilisées sont celles publiées régulièrement par les soins de la Météorologie Nationale dans les "Résumés mensuels du temps en France" (supplément de la revue "La Météorologie"). Elles ont été complétées au moyen des renseignements obligeamment fournis par les Chefs des Stations météorologiques et les Secrétaires des Comités météorologiques départementaux. Selon l'usage, on compte comme précipitation d'une journée la hauteur totale d'eau, exprimée en millimètres et dixièmes, tombée entre 6 heures (temps universel) le jour et 6 heures le lendemain, sauf pendant la période du 1er Janvier 1946 au 31 Décembre 1948 où les précipitations ont été, en exécution de décisions internationales, mesurées de 9 heures le jour à 9 heures le lendemain.

Les "normales" employées sont celles adoptées par la Météorologie Nationale pour le calcul des écarts figurant dans les "Résumés mensuels du temps en France", normales qui correspondent généralement à la période 1901 - 1930. Toutefois en ce qui concerne LYON - BRON, on a jugé préférable d'utiliser les normales calculées par FAVROT (4) pour la période 1922 - 1946, pendant laquelle les observations ont été effectuées à BRON au Centre météorologique situé sur l'aérodrome, dans des conditions rigoureusement identiques à celles des années 1946 à 1951.

CHAPITRE I

INTÉRÊT CLIMATOLOGIQUE DES PRÉCIPITATIONS SUPÉRIEURES A 10 MILLIMÈTRES

On a d'abord essayé de rattacher les 135 journées de pluie⁽¹⁾ de l'année 1946 et les 138 journées de pluie de l'année 1947 aux éléments de la situation météorologique, qui paraissaient devoir jouer un rôle essentiel dans le mécanisme des précipitations, à savoir la direction et l'écartement des isohypes des surfaces isobares 700 mbs et 500 mbs, les températures et variations de températures sur ces surfaces, l'altitude de la surface isotherme zéro, etc... Ces investigations n'ayant permis de dégager aucune relation apparente, on a été conduit à penser que des effets secondaires nombreux et complexes (évolution propre des fronts, effets orographiques, etc...) venaient, surtout dans le cas des faibles précipitations, se superposer aux phénomènes essentiels et en masquer le mécanisme principal.

Aussi a-t-il paru opportun de limiter l'étude entreprise aux précipitations d'une certaine importance et la question s'est alors posée de savoir à quelle hauteur devait être fixé le seuil séparant les précipitations à étudier de celles à laisser de côté. L'élévation de ce seuil présente à la fois l'avantage de mettre en évidence des précipitations plus importantes, donc des phénomènes plus caractéristiques, et l'inconvénient de restreindre le nombre des cas étudiés.

L'examen des propriétés du seuil de 10 millimètres a montré que celui-ci était intéressant à divers égards. En effet si, pour une année déterminée, on fait la somme de toutes les précipitations égales ou supérieures à 10 millimètres en 24 heures, on constate qu'à LYON cette somme représente une importante fraction de la pluie totale recueillie au cours de l'année. Cette fraction pour les six années étudiées, oscille entre 58 et 65 pour cent, sa valeur moyenne étant de 61 %. Il a paru intéressant de rechercher si cette constatation faite dans la région lyonnaise s'appliquait également dans d'autres régions.

A cet effet on a choisi 7 stations qui, avec LYON, représentent les 8 grands climats français définis dans les traités de climatologie. Ce sont :

- BREST (climat océanique ou armoricain)
- PARIS - LE BOURGET (climat séquanien)
- STRASBOURG (climat continental ou vosgien)
- CLERMONT-FERRAND (climat semi-continental du Plateau Central)
- TOULOUSE (climat aquitain)
- TOULON (climat méditerranéen)
- LYON - BRON (climat semi-continental rhodanien)
- GRENOBLE (climat alpin)

Pour chaque station on a calculé, pour chacune des 6 années étudiées, la hauteur totale d'eau recueillie sous forme de précipitations égales ou supérieures à 10 mms en 24 heures et son rapport à la hauteur totale de

(1) On appelle "journée de pluie" toute journée où la hauteur d'eau tombée en 24 heures a été égale ou supérieure à 0,1 mm.

toutes les précipitations recueillies. Les résultats sont exposés dans le tableau I.

Ce tableau comporte pour chaque Station et pour chaque année 4 chiffres dont les significations sont données ci-dessous en prenant pour exemple la Station de BREST et l'année 1946. Le premier chiffre en haut et à gauche, 594, représente la hauteur totale des précipitations supérieures à 10 mms⁽¹⁾, le second placé immédiatement au-dessous, 1192, la hauteur totale des précipitations de l'année. Le 3ème chiffre, en haut et à droite, 50, donne la valeur exprimée en centièmes du rapport du 1er chiffre (précipitations supérieures à 10 mms) au second (pluie totale). Le 4ème chiffre, en bas et à droite, placé entre parenthèses (32) indique le nombre des journées de précipitations supérieures à 10 mms. Les chiffres soulignés correspondent aux totaux annuels de pluie qui dépassent la normale (dont la valeur figure en tête de chaque colonne, sous le nom de la Station).

L'examen de ce tableau montre que si les précipitations supérieures à 10 mms ne forment à PARIS et à STRASBOURG qu'un peu plus du tiers des précipitations totales (37 % et 38 %), à CLERMONT et à TOULOUSE elles en atteignent presque la moitié (49 % et 46 %). A BREST et à LYON (57 % et 61 %) les précipitations supérieures à 10 mms dépassent largement la moitié des précipitations recueillies, à GRENOBLE les 2/3 (70 %) et à TOULON les 3/4 (76 %). Il faut souligner le caractère provisoire des chiffres moyens donnés ci-dessus, en raison de la courte période étudiée et du fait que, si l'on excepte BREST où toutes les années ont comporté une pluviosité excédentaire, les années 1946 à 1950 ont été des années de sécheresse; seule l'année 1951 a fourni dans toutes les Stations (sauf à STRASBOURG) des pluies dépassant la normale. C'est pour cette raison qu'il a semblé indispensable de publier les chiffres de chaque année (et non pas seulement les moyennes) qui montrent que les différences constatées d'une station à une autre correspondent bien à des différences réelles de climat, puisqu'elles se retrouvent au cours des années successives. Le nombre et la quantité des précipitations supérieures à 10 mms étant généralement plus élevés pour les années humides que pour les années sèches, il est probable que les chiffres moyens concernant ces précipitations pèchent par excès pour BREST et par défaut pour les autres stations.

La place très importante occupée par les précipitations supérieures à 10 mms dans les pluies totales annuelles a conduit à penser que les excédents de pluviosité pouvaient leur être étroitement liés. On a donc calculé pour chaque Station l'excédent ou le déficit mensuel des précipitations par rapport à la normale pour chacun des 72 mois de la période en vue de comparer les excédents aux précipitations supérieures à 10 mms. Ces données ont été obtenues commodément en établissant des tableaux analogues à celui reproduit sous le N° II, qui concerne l'année 1951 à LYON-BRON. Les chiffres de la colonne 1 (précipitations supérieures à 10 mms) et de la colonne 6 (hauteurs mensuelles totales des précipitations) sont relevés directement sur les documents climatologiques. Il est ensuite facile de remplir les colonnes 2 (nombres mensuels des précipitations supérieures à 10 mms) 3 (totaux mensuels des précipitations supérieures à 10 mms obtenus par l'addition des chiffres de la colonne 1), et 4 (totaux mensuels des précipitations inférieures à 10 mms obtenus en retranchant des chiffres de la colonne 6 ceux de la colonne 3) puis de calculer les déficits (colonne 7) et les excédents (colonne 8) en retranchant des hauteurs mensuelles totales (colonne 6) les valeurs des normales mensuelles qui figurent dans la colonne 5.

(1) Pour la commodité du langage l'expression : "hauteur des précipitations égales ou supérieures à 10 mms en 24 heures" sera désormais remplacée par l'expression abrégée "précipitations supérieures à 10 mms".

TABLEAU I

IMPORTANCE DES PRÉCIPITATIONS SUPÉRIEURES A 10 MILLIMÈTRES

Normales :	BREST 831	PARIS - LE BOURGET 681	STRASBOURG 703	CLERMONT- FERRAND 559	TOULOUSE 696	TOULON 738	LYON BRON 833	GRENOBLE 1079
1946	594 50 <u>1192</u> (32)	262 38 <u>685</u> (18)	186 35 529 (11)	155 39 398 (10)	173 42 413 (13)	652 86 <u>762</u> (27)	470 60 781 (23)	805 75 1075 (30)
1947	676 62 <u>1089</u> (40)	193 37 522 (11)	153 36 421 (10)	226 49 462 (12)	298 49 612 (15)	391 74 529 (19)	465 62 753 (25)	428 57 745 (27)
1948	616 55 <u>1128</u> (34)	159 31 505 (10)	314 46 677 (15)	171 44 390 (11)	231 49 469 (15)	585 79 738 (19)	616 65 <u>943</u> (26)	768 75 1023 (39)
1949	569 61 <u>939</u> (32)	105 29 362 (6)	99 26 388 (8)	163 42 398 (10)	226 43 523 (12)	489 78 625 (24)	336 58 582 (22)	436 65 667 (26)
1950	808 59 <u>1364</u> (42)	289 44 660 (18)	257 38 670 (16)	315 57 555 (15)	199 40 493 (13)	280 65 431 (18)	492 60 824 (26)	602 69 872 (34)
1951	857 58 <u>1471</u> (50)	283 41 <u>691</u> (18)	248 39 642 (16)	396 57 <u>696</u> (20)	389 49 795 (20)	520 69 <u>757</u> (22)	595 62 <u>960</u> (30)	899 71 <u>1258</u> (44)
Moyennes sur les 6 années	687 57 1197 (38)	215 37 571 (14)	210 38 555 (13)	237 49 483 (13)	253 46 551 (15)	486 76 640 (22)	496 61 807 (25)	656 70 940 (33)

Dans chaque case les chiffres sont ainsi disposés :

Hauteur annuelle des précipitations supérieures
à 10 mms.

Hauteur annuelle totale des précipitations
(soulignée si elle dépasse la normale).

Pourcentage des précipitations supérieures
à 10 mms.

(Nombre de jours de précipitations supérieures
à 10 mms).

TABLEAU II
CLIMATOLOGIE DES PRÉCIPITATIONS SUPÉRIEURES A 10 MMS
(Station de LYON - BRON - Année 1951)

Date	Hauteur des précipitat.	Nombre de jours	Hauteur mensuelle des précipitations		Normale mensuelle	Hauteur totale mensuelle	Déficit mensuel	Excédent mensuel
			supér. à 10 mms	infér. à 10 mms				
	1	2	3	4	5	6	7	8
12 Janvier	11.7	1	11.7	31.3	48.0	43.0	- 5	
9 Février	27.2	1	27.2	54.4	43.0	81.6		+ 39
13 Mars	23.5							
16 Mars	12.2							
18 Mars	14.1	3	49.8	36.2	55.1	86.0		+ 31
Avril	Nt	Nt	Nt	22.1	62.9	22.1	- 41	
26 Mai	43.7							
27 Mai	14.4	2	58.1	45.0	78.2	103.1		+ 25
8 Juin	11.6							
17 Juin	19.4							
18 Juin	22.0							
22 Juin	25.4							
24 Juin	15.5	5	93.9	41.1	75.2	135.0		+ 60
11 Juillet	17.3							
15 Juillet	16.2	2	33.5	34.4	73.2	67.9	- 5	
3 Août	11.0							
4 Août	21.0							
7 Août	18.3							
15 Août	11.2							
20 Août	37.8							
30 Août	11.8	6	111.1	31.1	80.5	142.2		+ 62
13 Septembre	14.2							
23 Septembre	30.3	2	44.5	8.0	96.1	52.5	- 43	
13 Octobre	28.0							
21 Octobre	10.9							
22 Octobre	12.5	3	51.4	14.0	84.9	65.4	- 20	
8 Novembre	13.2							
10 Novembre	31.9							
18 Novembre	27.3							
19 Novembre	27.3							
20 Novembre	13.7	5	113.4	18.0	79.2	131.4		+ 52
Décembre	Nt	Nt	Nt	29.7	57.1	29.7	- 27	
Totaux annuels :		30	594.6	365.3	833.4	959.9		

L'établissement de ces tableaux a révélé que les totaux mensuels des précipitations inférieures à 10 mms (colonne 4) étaient presque toujours inférieurs aux normales (colonne 5). (Il s'agit bien entendu ici uniquement des mois excédentaires). Cette propriété, due évidemment à ce que, dans le calcul des normales, on a tenu compte de toutes les précipitations, supérieures ou inférieures à 10 mms, présente un intérêt pratique considérable car elle permet de considérer que le total pluviométrique de chaque mois est composé de 2 parties. La première comprend les précipitations inférieures à 10 mms, qui sont réparties sur un assez grand nombre de journées et dont la hauteur totale est presque toujours inférieure à la normale. La seconde est formée des précipitations supérieures à 10 mms, qui sont rassemblées dans un petit nombre de journées et peuvent être regardées comme la cause essentielle de tous les excédents notables de pluviosité.

Le tableau III, qui résume ces constatations, indique, pour chacune des Stations :

- dans la première colonne le nombre de mois (sur 72) au cours desquels la pluviosité a dépassé la normale,
- dans la deuxième colonne le nombre de ces mois où le total des précipitations inférieures à 10 mms a dépassé la normale,

TABLEAU III

DÉPASSEMENTS DE LA NORMALE PAR LES PRÉCIPITATIONS
INFÉRIEURES A 10 MILLIMÈTRES

	Nombre de mois excédentaires	Nombre de mois où les précip. inf. à 10 mms dépassent la normale	Valeurs des dépassements
	1	2	3
BREST	46	7	14.4-4.0-12.0-11.7-20.3 38.9-2.4
PARIS - LE BOURGET	26	8	1.0-2.7-4.3-8.5-0.1- 3.9-15.4-3.3
STRASBOURG	18	5	3.3-4.7-6.8-5.9-5.9
CLERMONT-FERRAND	25	3	8.7-2.6-9.7
TOULOUSE	24	5	4.5-12.1-4.9-4.7-1.3
TOULON	27	0	
LYON (norm. 1901-1930)	29	5	0.5-5.1-23.1-0.3-11.4
LYON (norm. 1922-1946)	30	3	4.6-6.0-0.8
GRENOBLE	25	0	

- dans la troisième colonne les valeurs en millimètres et dixièmes de ces divers dépassements. Deux séries de valeurs sont données pour LYON, la première calculée à l'aide des normales de la période 1901 - 1930 et la deuxième à l'aide de celles de la période 1922 - 1946, afin de montrer l'influence du choix de la normale sur les résultats obtenus.

Avec les réserves qu'impose la courte série d'années étudiée, il semble possible de ranger les stations en 3 catégories :

- celle où le total des précipitations inférieures à 10 mms dépasse assez fréquemment et notablement la normale (BREST)
- celle où ce total ne dépasse qu'exceptionnellement la normale de façon appréciable (PARIS, STRASBOURG, CLERMONT-FERRAND, TOULOUSE, LYON).
- celle où le total des précipitations inférieures à 10 mms n'atteint jamais la normale (TOULON, GRENOBLE).

En ce qui concerne la région lyonnaise on peut admettre, surtout si l'on utilise les normales les plus récentes, que l'existence de précipitations supérieures à 10 mms est une condition pratiquement nécessaire pour que la normale puisse être franchement dépassée.

Ces précipitations supérieures à 10 mms apparaissent ainsi comme un élément fondamental pour l'étude de la pluviométrie d'une région puisque :

- elles forment une proportion très importante de la quantité d'eau recueillie annuellement
- elles sont la cause essentielle de toutes les pluviosités nettement excédentaires.

Comme le nombre de ces précipitations supérieures à 10 mms est relativement réduit (à LYON 22 à 30 journées par an), cet élément semble devoir se prêter particulièrement bien aux études de climatologie dynamique.

CHAPITRE II

ÉTUDE DES PRÉCIPITATIONS SUPÉRIEURES A 10 MILLIMÈTRES

La période 1946 - 1951 comporte, à LYON - BRON, 152 journées de précipitations supérieures à 10 mms. Pour chacune de ces journées on a examiné les cartes d'isohypses des surfaces 700 et 500 mbs, publiées dans les B.Q.E. (1) et on a constaté que ces cartes correspondaient à des régimes météorologiques assez bien définis, souvent voisins de ceux décrits par VIAUT (8). Il est possible de les grouper en 5 catégories, dont la description et le contenu figurent plus loin, et qui sont :

- le régime de Sud à Sud - Ouest
- le régime de Sud - Est
- le régime de Nord - Ouest
- les régimes d'Ouest
- les régimes de col isobarique

(1) Bulletins Quotidiens d'Etudes de la Météorologie Nationale.

Le critérium choisi pour établir cette classification est la direction, sur la région lyonnaise, des isohypses de la surface 500 mbs. En effet, lorsque la situation météorologique en altitude est très différente de la situation météorologique au sol, (cas qui se présente très fréquemment en été et assez fréquemment en hiver) la surface 700 mbs présente une topographie intermédiaire entre celle de la surface 1000 mbs (au niveau de la mer) et celle de la surface 500 mbs (à 5500 ms d'altitude). Cette topographie intermédiaire a un caractère hybride, qui rend sa classification parfois très délicate. Aussi s'est-on attaché systématiquement, pour cette classification des régimes météorologiques, à la seule considération de la surface 500 mbs.

Le B.Q.E. contient chaque jour une carte d'isohypses de la surface 500 mbs, celle de 6h pour la période du 1er Janvier 1946 au 29 Janvier 1948 et celle de 3h pour la période du 30 Janvier 1948 au 31 Décembre 1951. Il est nécessaire, pour déterminer le plus correctement possible le régime météorologique correspondant à chaque journée de précipitation, d'examiner à la fois la carte du jour et celle du lendemain, afin de choisir celle dont l'heure se rapproche le plus du moment où ont eu lieu les précipitations. Par exemple, s'il a plu de 06 h 00 à 18 h 00, on choisit la carte du jour; mais si la précipitation s'est produite entre 18 h 00 le jour et 06 h 00 le lendemain, on prend la carte du lendemain.

Comme on sait que les précipitations sont généralement liées à des fronts météorologiques on a également, pour chaque journée, relevé sur les cartes au sol publiées dans les B.Q.E., le type de front présent sur la région lyonnaise ou dans son voisinage, au moment des précipitations. Ce n'est que dans un petit nombre de cas que la détermination n'a pu être faite avec certitude, soit que plusieurs fronts se trouvent au voisinage de la région, soit qu'il n'y en ait aucun à proximité.

La liste des précipitations classées ci-dessous par régime météorologique comporte pour chaque journée :

- 1) la date de la précipitation
- 2) la hauteur totale d'eau recueillie entre 06 h 00 (ou 09 h 00) le jour et 06 h 00 (ou 09 h 00) le lendemain, le chiffre des unités correspondant aux millimètres.
- 3) éventuellement, entre parenthèses l'une des deux lettres N ou R, qui signifient, la première, qu'une partie au moins des précipitations a eu lieu sous forme de neige et la seconde que des orages ont été observés.
- 4) une lettre ou un groupe de lettres indiquant le caractère des fronts, avec la signification suivante :

C = front chaud

F = front froid

O = front occlus

S = front stationnaire

PT = point triple (où se rejoignent un front chaud, un front froid et un front occlus)

CF = passage successif d'un front chaud et d'un front froid

X = le front ayant causé la précipitation à LYON ne peut être déterminé convenablement à l'aide du B.Q.E.

PREMIÈRE CATÉGORIE. RÉGIME DE SUD A SUD-OUEST

Ce régime comporte sur la région lyonnaise des isohypses dont l'orientation varie entre le Sud et le Sud-Ouest. Le gradient des isohypses

est généralement fort, ce qui indique l'existence vers 5.500 mètres d'altitude de vents forts de direction Sud à Sud-Ouest (fig.1). On peut distinguer 2 variétés de ce régime : la première, dans laquelle la pente isobarique sur la France est assez régulière (isohypses parallèles ou convergentes) et la deuxième, dans laquelle existe sur la France une dépression secondaire. Dans un certain nombre de cas de la deuxième variété, on trouve au sol un minimum secondaire sur la Méditerranée : c'est le cas classique de

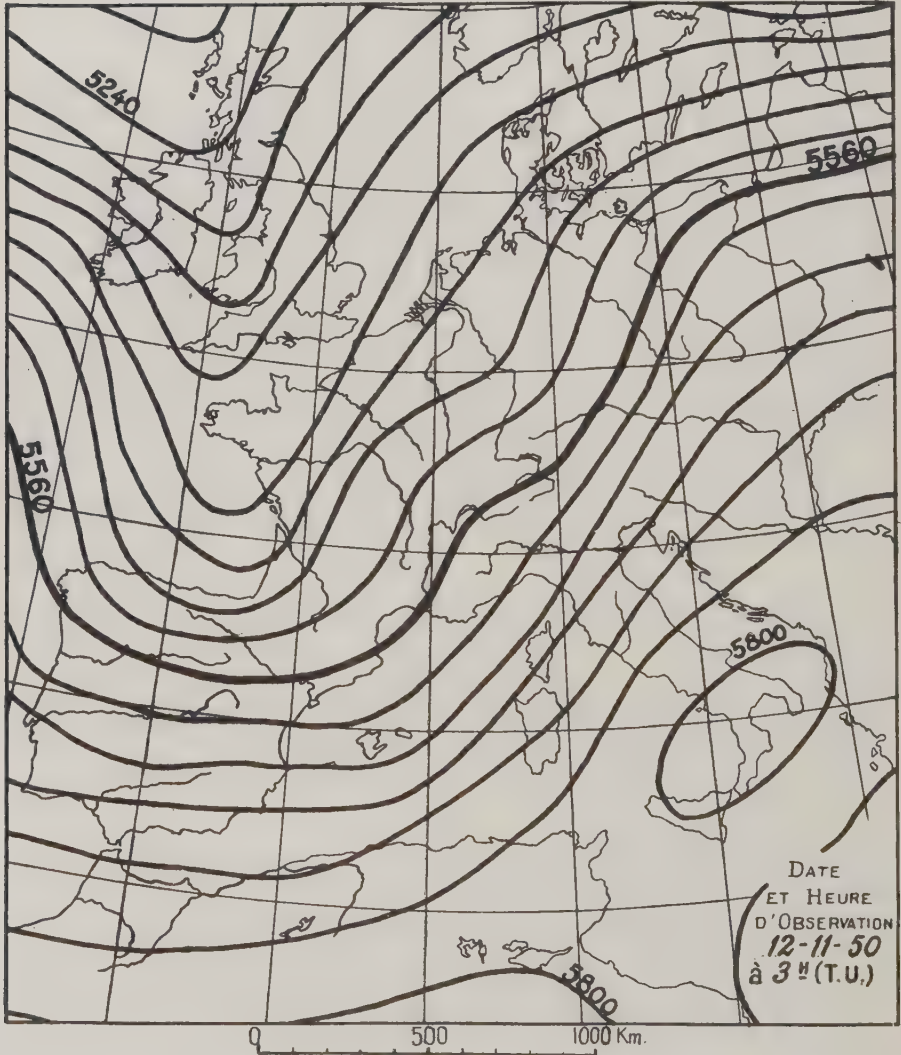


Fig.1 - Régime de Sud à Sud-Ouest

Courbes de niveau de la surface isobare 500 mbs. (équidistance : 40 m.)
le 12 Novembre 1950 à 3 h. (T.U.)

la "dépression méditerranéenne", génératrice en hiver de chutes de neige dans la région lyonnaise. Les hauteurs soulignées dans la liste ci-dessous correspondent aux régimes de Sud à Sud-Ouest de la deuxième variété.

1946					
13 Mars	12.7	F	5 Septembre	<u>13.7</u>	X
13 Mai	<u>13.1</u>	(R) X	11 Septembre	48.3	(R) F
1 Juin	21.8	PT	26 Octobre	18.6	(R) F
9 Juin	19.6	(R) F	27 Octobre	18.7	F
10 Juin	13.2	(R) F	9 Décembre	15.2	F
12 Juin	10.3	(R) F	1949		
13 Juin	<u>16.2</u>	F	2 Janvier	11.9	(R) F
21 Juin	<u>27.6</u>	F	8 Mars	10.2	PT
20 Juillet	12.3	(R) F	9 Mars	13.0	PT
10 Août	12.9	(R) F	10 Mars	19.3	PT
17 Août	31.8	(R) F	30 Avril	19.8	F
28 Août	43.1	(R) F	30 Mai	17.1	(R) F
4 Septembre	12.5	(R) F	17 Octobre	10.5	O
5 Septembre	49.4	(R) F	21 Octobre	21.5	(R) F
6 Septembre	33.3	(R) F	19 Novembre	18.7	F
19 Octobre	24.5	(R) F	20 Novembre	12.4	F
25 Novembre	17.0	F	22 Novembre	17.9	PT
29 Novembre	13.1	F	1950		
1947			24 Janvier	<u>15.9</u>	(N) X
9 Février	43.8	(R) F	4 Février	13.0	F
10 Février	17.3	(R) F	25 Février	28.3	F
22 Février	10.0	(N) F	19 Mars	14.7	O
18 Mars	33.8	F	18 Avril	10.7	(R) O
22 Mars	12.9	(R) F	17 Mai	14.8	F
3 Mai	28.8	F	18 Mai	16.0	F
4 Juin	15.3	(R) F	25 Mai	29.4	(R) F
5 Juin	13.9	F	14 Juin	10.6	(R) F
7 Juillet	20.6	(R) F	16 Juin	28.5	(R) F
4 Août	42.8	(R) F	14 Juillet	15.4	(R) F
21 Août	17.3	(R) F	1 Août	11.5	(R) F
23 Septembre	11.3	F	24 Août	36.2	(R) F
25 Septembre	<u>10.0</u>	X	26 Août	12.4	(R) F
30 Octobre	16.9	X	28 Août	10.5	(R) F
2 Novembre	10.3	F	31 Août	11.2	(R) CF
28 Novembre	<u>20.5</u>	X	25 Septembre	12.8	(R) F
1 Décembre	<u>18.8</u>	(N) X	30 Septembre	15.1	O
1948			11 Novembre	80.6	F
23 Janvier	36.9	F	12 Novembre	18.5	F
24 Janvier	18.9	(N) F	19 Novembre	13.9	(R) X
26 Janvier	26.0	O	1951		
27 Janvier	16.8	F	12 Janvier	11.7	F
29 Avril	23.9	F	9 Février	27.2	(N) F
2 Mai	46.9	(R) F	13 Mars	23.5	F
26 Mai	11.3	(R) F	16 Mars	12.2	X
10 Juin	<u>27.6</u>	(R) S	18 Mars	14.1	F
15 Juin	19.1	(R) F	26 Mai	43.7	(R) F
18 Juin	16.8	(R) F	27 Mai	14.4	F
19 Juin	33.2	(R) F	8 Juin	11.6	F
3 Août	12.3	(R) X	17 Juin	19.4	(R) F
6 Août	15.8	(R) F	18 Juin	22.0	(R) F
3 Septembre	44.1	(R) F	22 Juin	25.4	F
4 Septembre	26.0	F			

24 Juin	15.5 (R)	X	23 Septembre	30.3	F
11 Juillet	17.3 (R)	F	13 Octobre	28.0	F
15 Juillet	16.2 (R)	F	21 Octobre	10.9	S
3 Août	11.0 (R)	F	22 Octobre	12.5	F
4 Août	21.0 (R)	F	8 Novembre	13.2 (R)	F
7 Août	18.3 (R)	F	10 Novembre	31.9	F
20 Août	37.8	F	18 Novembre	27.3 (R)	O
30 Août	11.8 (R)	F	19 Novembre	27.3	O
13 Septembre	14.2	F	20 Novembre	13.7	O

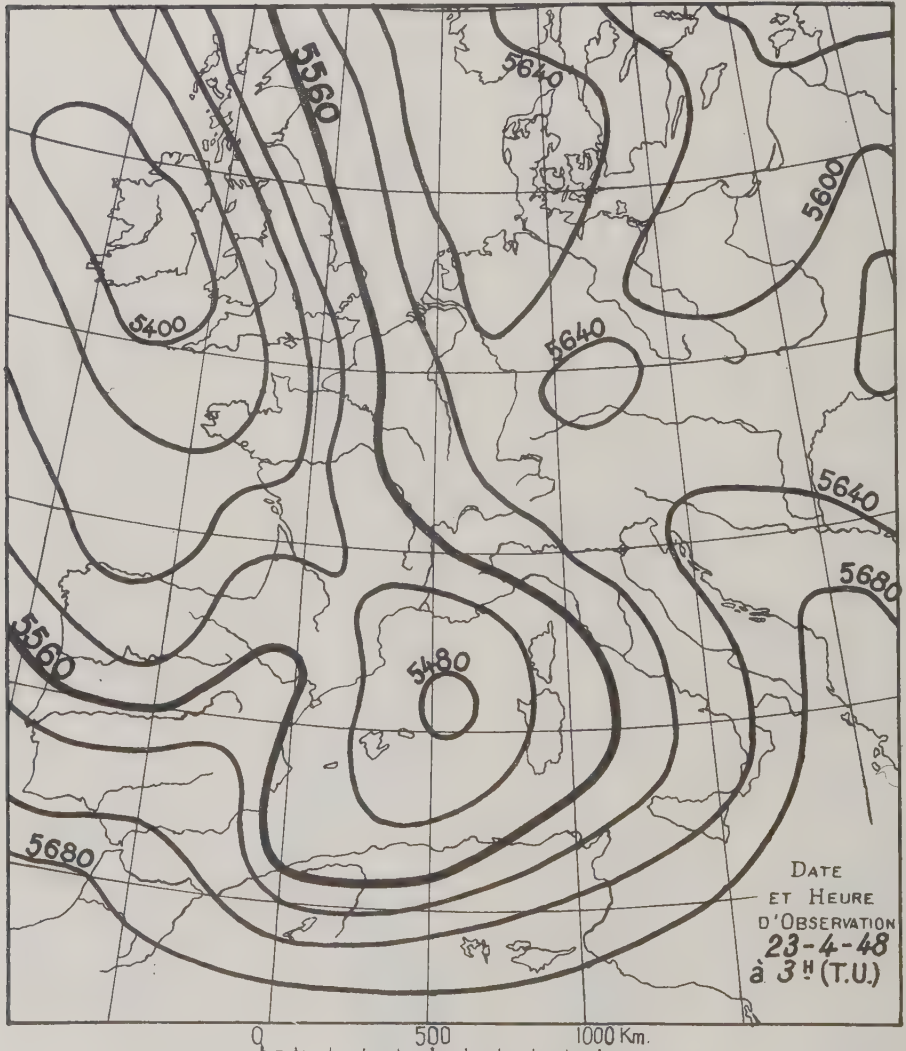


Fig. 2 - Régime de Sud-Est

Courbes de niveau de la surface isobare 500 mbs. (équidistance : 40 m.)
le 23 Avril 1948 à 3 h. (T. U.)

soit au total 116 journées de ce régime, dont les précipitations ont été associées :

- 89 fois à un front froid
- 11 fois à un front indéterminé
- 8 fois à un front occlus
- 5 fois à un point triple
- 2 fois à un front stationnaire
- 1 fois à un ensemble front chaud - front froid

La très grande fréquence du front froid en fait l'un des éléments caractéristiques de ce régime et laisse penser que dans certains autres cas (ensemble front chaud - front froid, front occlus) ce type de front peut être la cause déterminante des précipitations. Si l'on compare la fréquence des deux variétés de ce régime, il apparaît que la seconde variété (avec dépression secondaire) est rare : 8 cas seulement sur 116.

DEUXIÈME CATÉGORIE. RÉGIME DE SUD-EST

Ce régime ne diffère du précédent que par l'orientation des isohypses, qui est ici de direction SE, c'est-à-dire indique l'existence de vents de SE vers 5.500 mètres d'altitude (fig. 2).

6 Mars	1946	22.9	(N) X
8 Mars	"	15.9	(N) X
6 Mai	"	12.0	(R) F
22 Avril	1948	55.9	F
19 Mai	1949	17.5	F
1 Octobre	"	13.1	(R) F

Malgré le petit nombre des journées de ce régime, la prédominance des fronts froids et leur influence sur les précipitations paraît incontestable.

TROISIÈME CATÉGORIE. RÉGIME DE NORD-OUEST

Les isohypses sont orientées dans la direction Nord - Ouest (vents de NW vers 5.500 mètres d'altitude) (fig. 3).

11 Janvier	1947	10.4	X
13 Août	1948	12.3	F
15 Janvier	1949	20.1	PT
8 Novembre	"	10.9	PT
11 Novembre	"	13.9	C
3 Janvier	1950	24.4	C
8 Février	"	11.5	CF
9 Février	"	14.4	(N) C
2 Novembre	"	10.8	CF

L'influence des fronts chauds dans ce régime semble prépondérante et intervient probablement de façon efficace dans les autres cas (succession d'un front chaud et d'un front froid notamment).

QUATRIÈME CATÉGORIE. RÉGIME D'OUEST

On a rangé dans cette catégorie, non seulement les régimes d'Ouest

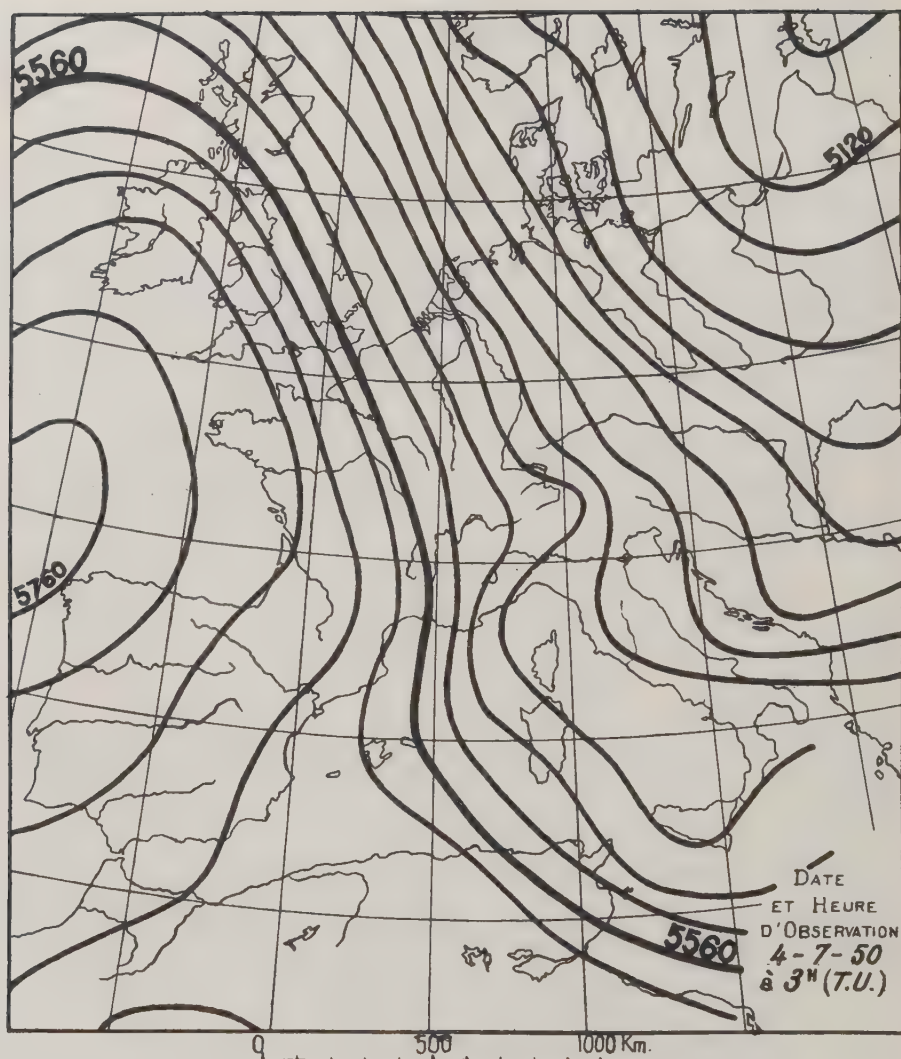


Fig.3 - Régime de Nord-Ouest

Courbes de niveau de la surface isobare 500 mbs. (équidistance : 40 m.)
le 4 Janvier 1950 à 3 h. (T. U.)

classiques (fig.4), mais également les cas où le passage assez rapide d'un thalweg amenait l'établissement successif - sur la surface 500 mbs - de vents de SW suivis de vents de NW, sans qu'il soit possible de connaître la direction réelle des vents au moment de la précipitation, du fait qu'on ne dispose que d'une carte par jour.

1 Septembre 1946	18.7	PT
14 Juin 1947	21.6	F

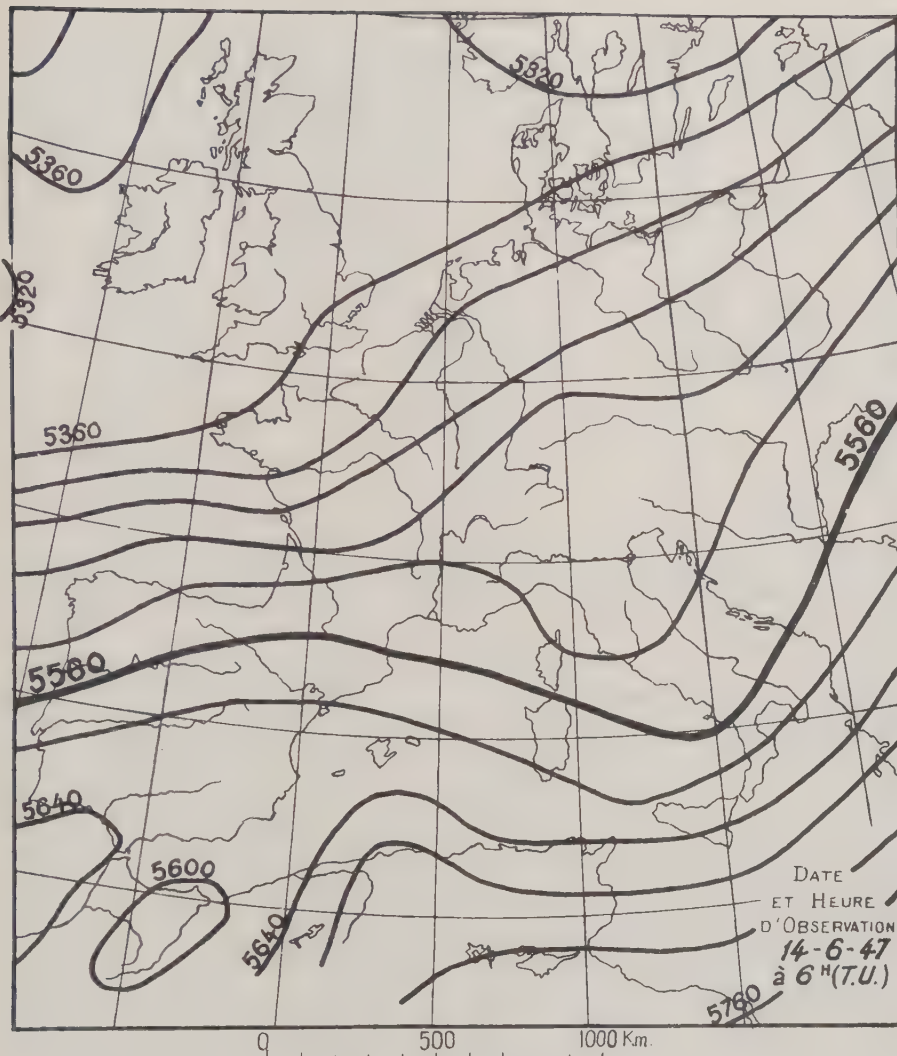


Fig.4 - Régime d'Ouest

Courbes de niveau de la surface isobare 500 mbs. (équidistance : 40 m.)
le 14 Juin 1947 à 6 h. (T. U.)

14 Juillet	1948	12.6	F
5 Novembre	"	12.4	F
25 Avril	1949	12.1	F
6 Novembre	"	10.1	PT
5 Septembre	1950	11.1	S
15 Août	1951	11.2 (R)	X

La prédominance des fronts froids est vraisemblablement due, pour partie, aux précipitations qui se produisent sur le versant SW des thal-

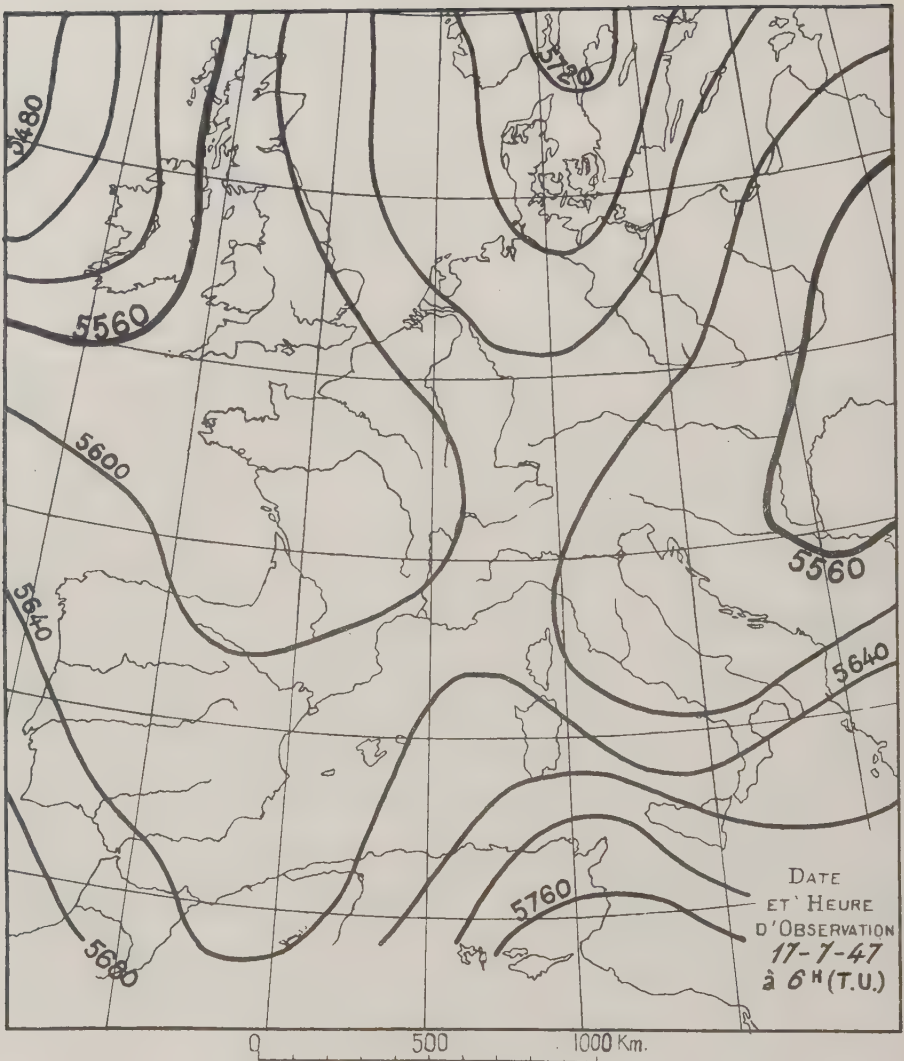


Fig. 5 - Régime de col isobarique

Courbes de niveau de la surface isobare 500 mbs. (équidistance : 40 m.)
le 17 Juillet 1947 à 6 h. (T.U.)

wegs rapides et auraient dû normalement figurer dans la 1ère catégorie, si des cartes en altitude plus rapprochées avaient permis cette discrimination.

CINQUIÈME CATÉGORIE. RÉGIME DE COL ISOBARIQUE

Cette catégorie contient des régimes météorologiques dans lesquels le gradient des isohypses de la surface 500 mbs est indéterminé; il s'agit

généralement de situations de col ou de plateau isobarique à gradient faible ou nul, sauf dans certaines régions où existent des maxima ou des minima assez prononcés, mais de peu d'étendue (fig. 5). L'échelle des cartes utilisées ne permet pas, dans ce cas, de déterminer d'une façon valable le gradient des isohyptes au-dessus de la région lyonnaise.

22 Mai	1946	16.4	X
14 Mai	1947	11.1	X
15 Mai	"	14.0	X
20 Mai	"	10.8	X
12 Juin	"	13.1 (R)	F
17 Juillet	"	20.9 (R)	X
14 Août	"	19.0 (R)	X
12 Juin	1948	13.6 (R)	X
13 Juin	"	18.9 (R)	F
14 Mai	1949	20.3 (R)	X
20 Mai	"	16.7	X
5 Octobre	"	11.4 (R)	O
9 Octobre	"	17.8 (R)	F

Il s'agit essentiellement de situations observées pendant la saison chaude. Leur mécanisme, où les fronts ne semblent intervenir que faiblement, apparaît fort complexe et présente un caractère local très prononcé.

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS RÉGIMES

Le tableau IV montre l'importance relative des différents régimes pendant la période étudiée. On trouve pour chaque régime dans la 1ère colonne le nombre de jours où il a été observé et dans la 2ème la hauteur totale d'eau fournie.

Le fait essentiel qui se dégage de ces chiffres est la place prépondérante occupée par le régime de S à SW. Alors que les autres régimes ont une importance beaucoup moindre et très variable suivant les années, le régime de S à SW occupe toujours - et de loin - la première place. Même en 1949 où la prépondérance de ce régime s'est trouvée fortement atténuée, il a été la cause de la moitié de toutes les précipitations supérieures à 10 mms, qu'il s'agisse du nombre des journées ou de la hauteur d'eau recueillie. Il convient de signaler que l'année 1949, pendant laquelle aucune précipitation supérieure à 10 millimètres n'a été observée à LYON entre le 30 Mai et le 1er Octobre, est considérée comme tout à fait exceptionnelle par sa sécheresse d'été prolongée.

Les moyennes calculées sur les 6 années font apparaître le régime de S à SW 19 jours par an avec une hauteur d'eau de 399 millimètres; ensuite vient le régime de col (2 jours et 34 mms) puis celui de NW (1,5 jours et 21 mms), celui d'W (1,3 jours et 18 mms) et enfin celui de SE (1 jour et 23 mms), ce dernier régime étant, comme on l'a vu, très étroitement apparenté au régime de S à SW. La dernière ligne du tableau IV, qui donne les pourcentages, montre que le régime de S à SW fournit 76 % du nombre des journées étudiées et 80,5 % de la hauteur d'eau totale recueillie sous forme de précipitations supérieures à 10 mms; le régime de col, qui le suit immédiatement, ne figure que pour 9 % du nombre des journées et 6,9 % de la hauteur d'eau et les trois autres régimes correspondent à des pourcentages encore plus réduits.

On peut donc considérer le régime de S à SW comme le régime de base des précipitations supérieures à 10 mms, c'est-à-dire comme la cause

TABLEAU IV
IMPORTANCE RELATIVE DES DIVERS RÉGIMES

	Régimes de S à SW		Régimes de S E		Régimes de N W		Régimes de W		Régimes de col		Ensemble des régimes	
	Jours	Hauteur	Jours	Hauteur	Jours	Hauteur	Jours	Hauteur	Jours	Hauteur	Jours	Hauteur
1946	18	384.4	3	50.8			1	18.7	1	16.4	23	470.3
1947	17	344.3			1	10.4	1	21.6	6	88.9	25	465.2
1948	20	490.1	1	55.9	1	12.3	2	25.0	2	32.5	26	615.8
1949	11	172.0	2	30.6	3	44.9	2	22.2	4	66.2	22	335.9
1950	21	420.0			4	61.1	1	11.1			26	492.2
1951	29	583.4					1	11.2			30	594.6
TOTAL	116	2394.2	6	137.3	9	128.7	8	109.8	13	204.0	152	2974.0
Moyenne sur les 6 ans	19.3	399	1	23	1.5	21	1.3	13	2.2	34	25.3	495.7
Pourcentage	76	80.5	4	4.6	6	4.3	5	3.7	9	6.9	100	100

essentielle des précipitations excédentaires dans la région lyonnaise : son étude détaillée s'impose pour une meilleure connaissance du climat pluvio-métrique.

CHAPITRE III

FORTES PLUIES ET ORAGES

LES FORTES PLUIES QUOTIDIENNES

Comme on l'a vu au début de l'introduction on désigne sous ce terme, avec SANSON (6) les précipitations supérieures à 25 millimètres en 24 heures. Ces pluies ont des conséquences pratiques très importantes puisqu'elles sont à l'origine de presque toutes les crues et inondations catastrophiques.

Les précipitations supérieures à 10 mms - et par conséquent celles supérieures à 25 mms - données dans les listes du chapitre II, ont été systématiquement comptées de 6 h à 6 h (ou de 9 h à 9 h), suivant l'usage. Afin d'avoir une liste plus exacte des précipitations supérieures à 25 mms, il a paru utile de grouper les pluies de 2 journées consécutives, lorsqu'elles correspondaient à une même perturbation pluvieuse placée à cheval sur ces 2 journées, et de calculer alors la quantité d'eau tombée de 18 h le jour à 18 h le lendemain.

Ces fortes pluies quotidiennes comptées de 18 h à 18 h sont indiquées ci-dessous (avec les abréviations déjà utilisées au chapitre II) :

9 - 10 juin 1946	32,8	(R)	F
9 - 10 février 1947	61,1	(R)	F
30 nov.-1er décemb. 1947	25,5		X
18 - 19 juin 1948	41,6	(R)	F
19 - 20 novembre 1949	30,4		F
17 - 18 mai 1950	26,2		F
11 - 12 novembre 1950	85,3		F
19 - 20 novembre 1950	41,0		O

En ajoutant à cette liste les 28 cas de précipitations supérieures à 25 mms correspondant à d'autres dates et cités dans les listes du chapitre II, on arrive à un total de 36 journées de fortes pluies quotidiennes pour les 6 années étudiées.

L'examen de ces 36 cas permet diverses remarques :

1) A l'exception de la pluie du 22 avril 1948 qui correspond à un régime de Sud-Est, toutes ces précipitations appartiennent au régime de Sud à Sud-Ouest, qui apparaît ainsi comme la cause presque exclusive des fortes pluies quotidiennes. Le régime de SE est, d'ailleurs, comme on l'a vu, très voisin du régime de S à SW.

2) Si l'on recherche la nature des fronts ayant donné ces précipitations, on trouve :

- 31 cas de front froid
- 3 cas de front occlus
- 1 cas de front indéterminé
- 1 cas de front stationnaire.

Les "points triples" et les "ensemble front chaud-front froid" ont totalement disparu. La proportion des fronts froids qui était de 77 % pour les précipitations supérieures à 10 mms passe ici à 86 %, confirmant le rôle essentiel joué par l'arrivée d'air froid dans le déclenchement de ces fortes précipitations.

PLUIES ET ORAGES

On a vu, au chapitre II, qu'il était possible de classer toutes les journées de précipitations supérieures à 10 mms en un certain nombre de régimes assez bien définis. Il en résulte cette conséquence très importante que tout orage ayant donné à Lyon plus de 10 mms de pluie en 24 heures (ou en un temps plus court) appartient à l'un des 5 régimes météorologiques précédemment définis. Ainsi sans méconnaître l'importance des facteurs locaux (température et humidité des masses d'air voisines du sol, relief terrestre, etc...) on peut affirmer que l'importance des précipitations données par les orages dans la région lyonnaise est très étroitement liée au régime météorologique en altitude.

Les orages qui causent des dégâts importants, en raison des trombes d'eau ou de l'épaisse couche de grêle qu'ils déversent sur le sol, appartiennent presque toujours à cette catégorie d'orages donnant des précipitations supérieures à 10 mms. Il importe donc d'étudier comment ces orages se répartissent entre les différents régimes météorologiques.

ORAGES ET RÉGIMES MÉTÉOROLOGIQUES

Sur les listes des précipitations supérieures à 10 mms données au chapitre II, on a signalé par la lettre entre parenthèses (R) les journées pour lesquelles des manifestations électriques (orage, tonnerre seul ou éclairs seuls) ont été observées à Bron.

Si l'on fait le compte de ces journées de précipitations orageuses pour chacun des régimes, on arrive aux chiffres suivants :

- RÉGIME DE S A SW

57 jours avec manifestations électriques à Bron sur un total de 116 cas.

- RÉGIME DE SE

2 jours avec manifestations électriques sur un total de 6 cas.

- RÉGIME DE NW

aucune manifestation électrique sur un total de 9 cas.

- RÉGIME D'W

1 jour avec manifestations électriques sur un total de 8 cas.

- RÉGIME DE COL ISOBARIQUE

8 jours avec manifestations électriques sur un total de 13 cas.

Mais, en raison du caractère parfois très local que revêtent les manifestations électriques, il a paru nécessaire de compléter les observations du Centre de Bron par des informations tirées de la "Description des orages" que publie régulièrement le Bulletin Annuel du Comité Météorologique du Département du Rhône. Cette description rédigée par FAVROT (5) indique, pour chaque jour de l'année, toutes les manifestations électriques signalées par les observateurs du Comité qui, au nombre d'une trentaine, sont répartis sur l'ensemble du département.

L'utilisation de ce document permet d'ajouter aux journées où des orages ont été observés à Bron celles où des manifestations électriques ont été signalées dans d'autres localités du département, mais non à Bron. En opérant de cette manière on est amené à ajouter :

- 16 journées pour le régime de S à SW
- 0 journée " " " " SE
- 1 journée " " " " NW
- 1 journée " " " " W
- 1 journée " " " " col isobarique

ce qui donne finalement :

- pour le régime de S à SW :

73 journées orageuses et 43 sans manifestations électriques.

- pour le régime de SE :

2 journées orageuses et 4 sans manifestations électriques.

- pour le régime de NW :

1 journée orageuse et 8 sans manifestations électriques.

- pour le régime d'W :

2 journées orageuses et 6 sans manifestations électriques.

- pour le régime de col isobarique :

9 journées orageuses et 4 sans manifestations électriques.

On arrive ainsi pour l'ensemble des régimes à un total de 87 journées orageuses dont 73 (soit 84 %) appartiennent au régime de S à SW et 9 (soit 10 %) au régime de col : ces 2 régimes apparaissent donc comme les régimes typiques d'orages avec précipitations supérieures à 10 mms.

Cependant les plus fortes précipitations en 24 heures fournies par le régime de col pendant les 6 années étudiées n'excèdent pas 20 mms, 9 (cas du 17 juillet 1947) alors que celles données par le régime de S à SW s'élèvent à des chiffres bien supérieurs.

L'influence du régime de S à SW s'affirme donc, ici encore, capitale aussi bien sur le nombre des orages que sur l'importance des précipitations (et, par suite, des dégâts possibles).

LES PLUIES NON ORAGEUSES

Il existe un nombre important de journées pendant lesquelles des précipitations supérieures à 10 mms (ou même à 25 mms) sont observées sans être accompagnées de manifestations électriques à Bron ou dans le département du Rhône. L'examen des listes du chapitre II révèle que ces précipitations non orageuses, fréquentes en hiver, peuvent être également observées, quoique plus rarement, au printemps ou en été, comme le montrent les quelques exemples ci-dessous :

RÉGIME DE S A SW

21 juin 1946 - 27,6 millimètres
3 mai 1947 - 28,8

RÉGIME DE SE

22 avril 1948 - 55,9
19 mai 1949 - 17,5

RÉGIME D'W

14 juin 1947 - 21,6
14 juillet 1948 - 12,6
25 avril 1949 - 12,1

RÉGIME DE COL ISOBARIQUE

22 mai 1946 - 16,4
15 mai 1947 - 14,0
20 mai 1949 - 16,7

Il convient également de ne pas oublier que nombre de journées de pluie supérieure à 10 mms ont été classées comme orageuses à cause de quelques manifestations électriques, observées pendant une durée assez brève, généralement au début de la précipitation.

Dans beaucoup de cas l'orage se présente ainsi comme un phénomène plus ou moins accidentel qui vient s'ajouter à une perturbation pluvieuse déjà existante.

CHAPITRE IV

ÉTUDE DU RÉGIME DE SUD A SUD-OUEST

L'étude des précipitations supérieures à 10 mms aussi bien que celle des orages font apparaître le régime de S à SW comme dépassant de loin en importance tous les autres régimes et permettent de lui attribuer, dans le climat pluviométrique lyonnais, un rôle capital, analogue par exemple à celui du mistral dans le régime des vents de la basse vallée du Rhône.

Pour faire l'étude aussi détaillée que possible de ce régime de S à SW, il est nécessaire de s'attacher à un petit nombre de journées, en choisissant celles au cours desquelles le mécanisme caractéristique des fortes précipitations risque d'apparaître avec le maximum de netteté.

Ce choix a été réalisé d'une façon très objective en prenant toutes les journées de forte pluie quotidienne (supérieure à 25 mms en 24 heures) observées au cours des années 1949, 1950 et 1951. Ces journées, au nombre de 16, appartiennent toutes au régime de S à SW. Deux d'entre elles (les 18 et 19 novembre 1951) correspondent à des fronts occlus et toutes les autres à des fronts froids.

Pendant cette période du 1er janvier 1949 au 31 décembre 1951 on dispose :

- des 2 radiosondages effectués quotidiennement à Bron à 03 h. et 15 h.
- des cartes d'isohypses à 700 et 500 mb à l'échelle de 1/25 000 000 publiées dans le B.Q.E. (cette échelle permet une mesure assez correcte de l'écartement des isohypses).
- des 2 cartes, à l'échelle de 1/12.500.000 publiées dans le B.Q.E. et qui donnent, pour les principales stations de France et des contrées limitrophes, la première, les hauteurs d'eau recueillies de 18 h. la veille à 6 h. le jour, et la seconde les hauteurs d'eau recueillies de 6 h. à 18 h. le jour.

I. ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EN ALTITUDE

TEMPÉRATURES

Les précipitations données par le régime de S a SW étant, comme on l'a vu, liées à l'arrivée de fronts froids (ou de fronts occlus qui comportent de l'air froid au voisinage du sol et de l'air chaud en altitude) leur étude semble, a priori, devoir être commencée en essayant de repérer sur les radiosondages effectués à Bron l'altitude de la surface frontale. On a donc recherché, au cours des 16 journées choisies, tous les cas où il pleuvait au moment d'un radiosondage, c'est-à-dire entre 2 h. et 3 h., ou entre 14 h. et 15 h. et on a examiné les diagrammes correspondants, représentant la variation de la température avec la pression (ou l'altitude).

Dans aucun cas cet examen n'a permis de situer avec certitude sur le diagramme la position du front. En effet tous ces radiosondages, au lieu d'indiquer dans les basses couches de l'air froid, surmonté d'une forte inversion de température et, au-dessus, de l'air chaud, se présentent sous l'aspect d'une ligne brisée dont les éléments, souvent rectilignes, présentent une pente tantôt comprise entre celle de l'adiabatique saturée et celle de l'adiabatique sèche, tantôt égale ou supérieure à celle de l'adiabatique saturée.

La liste ci-dessous indique, pour chacun de ces radiosondages, les tranches dans lesquelles la pente a été trouvée égale ou supérieure à celle de l'adiabatique saturée (gradient adiabatique ou suradiabatique saturé). Dans les autres tranches du radiosondage, qui n'ont pas été mentionnées la pente est inférieure à celle de l'adiabatique saturée. Tous ces radiosondages ayant été effectués pendant la pluie on a supposé que dans tous les cas, l'atmosphère était saturée de vapeur d'eau et on a systématiquement laissé de côté les indications d'humidité⁽¹⁾, plus ou moins sujettes à erreurs.

20 nov. 1949 - 03 h.	grad. suradiabatique ⁽¹⁾	entre 500 et 1500 m
18 mai 1950 - 03 h.	grad. adiabatique	entre 600 et 8000 m
16 juin 1950 - 15 h.	grad. surad.	entre 1300 et 3000 m
25 août 1950 - 03 h.	grad. adiab.	entre 1900 et 2600 m
	grad. surad.	entre 2600 et 3800 m
	- id -	entre 4300 et 6400 m
12 nov. 1950 - 03 h.	- id -	entre 1200 et 1800 m
	- id -	entre 3200 et 4700 m
20 août 1951 - 15 h.	- id -	entre 3000 et 4000 m
21 août 1951 - 03 h.	- id -	entre 600 et 2300 m

(1) Il s'agit du gradient suradiabatique saturé. Pour éviter des répétitions fastidieuses, le mot "saturé" est toujours sous-entendu dans la présente liste.

23 sept. 1951 - 15 h.	grad. adiab.	entre 4200 et 5300 m
	grad. surad.	entre 850 et 1300 m
24 sept. 1951 - 03 h.	- id -	entre 2150 et 2900 m
	- id -	entre 1400 et 2000 m
	- id -	entre 2600 et 3000 m
	- id -	entre 1800 et 2500 m
13 oct. 1951 - 15 h.	- id -	entre 1000 et 2100 m
14 oct. 1951 - 03 h.	- id -	entre 1000 et 2400 m
10 nov. 1951 - 15 h.	- id -	entre 1800 et 2500 m
19 nov. 1951 - 03 h.	grad. adiab.	entre 3300 et 3800 m
	- id -	entre 4300 et 4900 m
	- id -	entre 900 et 1300 m
20 nov. 1951 - 03 h.	grad. surad.	entre 2400 et 2800 m
	- id -	

DIFFICULTÉS D'INTERPRÉTATION DES RADIOSONDAGES

L'utilisation des radiosondages pour l'étude des fronts pluvieux du régime de S et SW s'avère donc extrêmement délicate. Une constatation analogue a déjà été faite par BYERS et BRAHAM (3) dans leur rapport sur l'étude systématique des orages entreprise sous le nom de "Thunderstorm Project" en Floride en 1946 et dans l'Ohio en 1947. Ces auteurs signalent que les essais d'utilisation des radiosondages pour mesurer les températures à l'intérieur des orages ne se sont pas révélés satisfaisants, parce qu'il est difficile de connaître avec précision le moment où le ballon pénètre dans le nuage et de déceler les erreurs dues au fait que l'appareil est mouillé ou givré.

Il faut tenir compte également, du moins dans le cas présent, de l'obliquité de la trajectoire du ballon. Celui-ci ne s'élève pas verticalement car il est entraîné par le vent, et principalement par le vent assez fort de S à SW qui existe toujours en altitude dans les situations étudiées. Ces sondages obliques sont très difficilement exploitables à moins que l'on ne puisse reconstituer la trajectoire du ballon à l'aide de mesures précises du vent, ou admettre que la valeur des éléments météorologiques est constante à chaque niveau dans un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres autour de la Station. Or cette dernière hypothèse ne peut être admise dans le cas des situations orageuses.

D'autres difficultés s'élèvent en ce qui concerne la loi de variation de la température avec l'altitude dans une particule d'air saturé qui se déplace verticalement.

En effet BYERS et BRAHAM, dans le même travail, ont montré que si, dans un orage, de l'air extérieur relativement froid, est entraîné et mélangé avec la particule d'air qui se déplace verticalement, le taux de décroissance de la température à l'intérieur de cette particule est modifié et devient :

- supérieur à celui observé le long de l'adiabatique saturée s'il s'agit d'une ascension
- inférieur à celui observé le long de l'adiabatique saturée s'il s'agit d'une descente.

Enfin il semble, pour les radiosondages de Bron, que la présence de gouttes d'eau puisse modifier également le taux de décroissance de la température dans une particule d'air qui se déplace verticalement. Trois cas sont à envisager :

a) Les gouttelettes d'eau sont entraînées avec l'air qui s'élève. Chaque gouttelette possède initialement une certaine quantité de chaleur qu'elle

va céder progressivement à l'air de la particule, lorsque celle-ci se refroidira par détente au cours de son ascension. L'importance du refroidissement final de la particule va être diminuée et le taux de décroissance de la température restera inférieur au taux de la décroissance le long de l'adiabatique saturée.

b) Les gouttes de pluie, suffisamment grosses, tombent à travers la particule qui s'élève.

Les radiosondages ne révélant aucune inversion de température mais seulement des zones où la température décroît lentement avec l'altitude, on peut poser en principe que, dans les situations étudiées, la température décroît toujours avec l'altitude. Il en résulte qu'une goutte de pluie est toujours plus froide que l'air dans lequel elle tombe. Lors de l'ascension de la particule les gouttes de pluie rencontrées vont se comporter comme une source de froid et venir augmenter le refroidissement dû à la détente. La décroissance de température à l'intérieur de la particule va être plus rapide que la décroissance le long de l'adiabatique saturée.

c) Les gouttes de pluie, selon le processus signalé par BYERS et BRAHAM (3), entraînent mécaniquement vers le sol une particule d'air qu'elles traversent, car elles descendent plus vite que l'air.

Dans ce cas le réchauffement dû à la compression de l'air au cours de sa descente va se trouver diminué par l'effet refroidissant des gouttes de pluie : la croissance de la température dans la particule qui descend va être plus faible que celle observée le long de l'adiabatique saturée.

Si l'on néglige le cas a), on peut admettre qu'en cas de pluie :

- dans une particule d'air qui s'élève le gradient vertical de température est supérieur à celui de l'adiabatique saturée (gradient suradiabatique).
- dans une particule d'air qui descend, le gradient est inférieur à celui de l'adiabatique saturée (gradient sous-adiabatique).

Les diverses considérations précédentes, dont il convient de souligner le caractère hypothétique, montrent combien est aléatoire, dans l'état actuel de nos connaissances, l'utilisation des radiosondages effectués pendant la pluie. Il semble toutefois qu'on puisse admettre, pour les radiosondages étudiés ci-dessus, que les tranches où le gradient est suradiabatique correspondent au passage, plus ou moins oblique, du ballon dans des zones d'ascendance et les tranches à gradient sous-adiabatique au passage dans des régions où l'air a un mouvement de descente. Cette hypothèse paraît confirmée par le fait que, dans tous les sondages étudiés, le gradient est sous-adiabatique dans la tranche d'atmosphère qui touche le sol, tranche où l'on est certain qu'il pleuvait et où, par suite, l'on a de très fortes chances de rencontrer un mouvement descendant, dû à l'entraînement de l'air par les gouttes de pluie.

VARIATIONS DE TEMPÉRATURES EN 24 HEURES

L'interprétation directe des radiosondages ne pouvant être réalisée, on a cherché à connaître la différence de température entre les deux masses d'air situées de chaque côté du front en comparant les mesures de température en altitude effectuées avant et après le passage du front.

Afin d'éliminer autant que possible l'influence de la variation diurne on a calculé les variations de température pour un intervalle de 24 heures aux trois niveaux classiques, ceux des surfaces isobares 850 mb, 700 mb et 500 mb qui correspondent respectivement à des altitudes moyennes de 1500, 3000 et 5500 mètres. Pour chaque cas on a choisi les heures (03 h

ou 15 h) qui encadraient le mieux la perturbation pluvieuse et faisaient apparaître le plus nettement la variation de température.

Les chiffres trouvés (voir tableau V) montrent que cette variation est toujours négative - ce qui confirme que dans tous les cas il y a une arrivée d'air relativement froid - et qu'elle atteint fréquemment des valeurs comprises entre - 5 et - 10 degrés. Sa valeur moyenne, sensiblement la même aux différents niveaux, est comprise entre - 4,5 et - 5 degrés. L'ampleur de cette variation révèle que dans la plupart des cas le front sépare une masse d'air relativement chaude (air tropical maritime ou air méditerranéen) d'une masse d'air beaucoup plus froide (air polaire maritime froid ou air arctique maritime).

TABLEAU V
ÉTUDE DU REGIME DE SUD A SUD-OUEST

	Eau tombée en 24 h.	Variation en 24 h. de la tempér.			Ecart. en Km des isohyp.	
		à 850 mb	à 700 mb	à 500 mb	à 700 mb	à 500 mb
19-20 nov. 1949	30,4	- 4	- 6	- 7	150	110
25 février 1950	28,3	- 7	- 8	- 7	210	175
17-18 mai 1950	26,2	- 1	- 2	- 1	250	100
25 mai 1950	29,4	- 1	- 6	- 9	225	180
16 juin 1950	28,5	- 4	- 3	- 1	400	200
24 août 1950	36,2	- 6	- 2	- 2	325	230
11-12 nov. 1950	85,3	- 6	- 8	-10	300	200
9 février 1951	27,2	- 9	- 7	- 7	275	130
26 mai 1951	43,7	-10	- 8	- 5	150	110
22 juin 1951	25,4	- 3	- 4	- 4	250	150
20 août 1951	37,8	- 7	- 7	- 5	350	225
23 sept. 1951	30,3	- 2	- 4	- 1	275	125
13 oct. 1951	28,0	- 3	- 2	- 3	450	350
10 nov. 1951	31,9	- 3	- 4	- 3	225	130
18 nov. 1951	27,3	- 2	- 4	- 7	200	125
19-20 nov. 1951	41,0	- 4	- 5	- 6	450	160
Moyenne des 16 cas		- 4,5	- 5,0	- 4,9	280	170

VENTS

Le manque total de mesures directes du vent en altitude pendant la pluie au cours de la période étudiée a conduit à en chercher une estimation approchée à l'aide des cartes d'isohypses des surfaces isobares 700 mb et 500 mb publiées dans le B. Q. E.

Le tableau V, dans ses deux dernières colonnes, indique les valeurs en kilomètres de l'écartement de deux isohypses successives au-dessus de

la région lyonnaise. Il serait illusoire, en raison des influences locales, de calculer, dans chaque cas, la vitesse du vent à l'aide de ces chiffres. Par contre ce calcul peut être utilement effectué sur les valeurs moyennes des 16 journées. En utilisant les tables données par VIALAR (7) pour le calcul du vent à l'aide des isohypses supposées rectilignes, on trouve que l'écartement moyen de 280 km trouvé à 700 mb correspond à un vent de 14 mètres-seconde (50 kilomètres-heure) et celui de 170 km trouvé à 500 mb à un vent de 23 mètres-seconde (83 kilomètres-heure).

On peut donc admettre que, dans les cas étudiés, le vent de S à SW souffle en moyenne, à une vitesse de 50 km/h à 3000 m d'altitude et à une vitesse de 80 km/h à 5500 m. Ceci montre que, s'il existe une surface frontale nette entre l'air froid inférieur et l'air chaud supérieur, cette surface doit se trouver, dans la région lyonnaise, à moins de 3000 m d'altitude pendant la pluie.

II. ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES AU VOISINAGE DU SOL

SITUATION ISOBARIQUE AU NIVEAU DE LA MER

La situation isobarique réduite au niveau de la mer a été examinée à l'aide des B.Q.E., en prenant pour chaque jour la carte (6 h ou 18 h) dont l'heure correspondait le mieux avec le moment où étaient tombées les précipitations.

On a constaté de cette manière que dans les divers cas étudiés le gradient isobarique était faible ou nul et généralement dirigé du Sud-Ouest au Nord-Est, c'est-à-dire correspondait à des vents faibles du secteur NW.

Cette différence entre la situation isobarique au sol et celle existant en altitude (régime de S à SW) s'explique évidemment par la présence, dans les basses couches atmosphériques de la masse d'air froid postérieure au front. Cet air froid, relativement lourd, dont l'épaisseur augmente lorsqu'on s'éloigne vers l'ouest, provoque au sol, à l'ouest de la région lyonnaise, un accroissement de pression qui donne la configuration isobarique signalée ci-dessus.

PASSAGE DU FRONT

Dans 12 cas le passage du front s'est manifesté à Bron par les phénomènes caractéristiques de la ligne de grain, notamment par la rotation du vent du secteur S à SW au secteur N à NW et par l'abaissement brusque de la température sous abri. Le 20 août 1951 on a observé un grain sans rotation de vent, ni baisse de température.

Dans les 3 autres cas, qui sont ceux des :

19 - 20 novembre 1949

13 octobre 1951

10 novembre 1951

aucune rotation du vent ou saute de température n'a permis de repérer avec précision le moment du passage du front : le vent au sol est resté orienté au secteur Sud pendant toute la durée de la pluie.

PRÉCIPITATIONS

Un examen détaillé de la répartition dans le temps des précipitations

observées à Bron et de leurs relations avec les autres éléments météorologiques a permis de dégager certains points intéressants.

a) Dans les 12 cas où le passage du front au sol a été net, les précipitations les plus intenses ont toujours eu lieu, soit immédiatement après ce passage, soit au bout d'un certain délai variant de quelques minutes à quelques heures. Les précipitations observées avant le passage du front (pluies préfrontales) sont restées généralement très faibles.

b) Dans 15 cas sur 16 les précipitations intenses ont été accompagnées au sol d'un vent calme (inférieur ou égal à 2 m/s) ou d'un vent de direction comprise entre l'ouest et le Nord et de vitesse inférieure ou égale à 5 m/s. Dans le 16ème cas, celui du 10 novembre 1951, le vent au sol pendant les précipitations intenses était du secteur SSW et sa vitesse de 5 à 6 m/s.

c) Les mesures de la hauteur d'eau tombée, effectuées toutes les 3 heures par le centre de Bron, ont révélé à plusieurs reprises que des quantités de pluie presque identiques avaient été recueillies au cours de plusieurs périodes consécutives. Ainsi les hauteurs d'eau mesurées ont été :

le 9 février 1951,	de 15 à 18 h. :	8,6 mm
	de 18 à 21 h. :	7,0
	de 21 à 24 h. :	7,5
le 13 octobre 1951,	de 15 à 18 h. :	4,1 mm
	de 18 à 21 h. :	3,6
	de 21 à 24 h. :	3,0
le 14 octobre 1951,	de 00 à 03 h. :	4,4
	de 03 à 06 h. :	3,6
le 19 novembre 1951,	de 21 à 24 h. :	8,8
le 20 novembre 1951,	de 00 à 03 h. :	8,0
	de 03 à 06 h. :	8,6

Mais le cas le plus remarquable est sans conteste celui des 11 - 12 novembre 1950, où l'on a recueilli :

le 11 novembre	de 21 à 24 h. :	12,5 mm
le 12 novembre	de 00 à 03 h. :	12,3
le 12 novembre	de 03 à 06 h. :	12,6

De telles coïncidences ne semblent pas pouvoir être attribuées au hasard : elles révèlent une sorte d'équilibre établi entre les différents facteurs intervenant dans le mécanisme des précipitations, équilibre qui rappelle le "régime permanent" étudié en Hydrodynamique. Il est donc logique d'admettre que pendant ces périodes, il n'y a eu aucune évolution sensible des facteurs en jeu, et par suite que la situation météorologique locale est restée rigoureusement stationnaire pendant au moins 9 heures.

CARTES D'ISOHYÈTES

A l'aide des cartes de hauteurs d'eau tombées, publiées dans le B.Q.E. et des renseignements obligeamment fournis par les Chefs des Stations météorologiques de la région, on a construit des cartes d'isohyètes à l'échelle du 1/2 500 000 sur lesquelles figurent les stations météorologiques comprises à l'intérieur du quadrilatère Bâle-Orléans - Toulouse - Nice - Bâle.

Pour chacun des 16 cas étudiés on a établi 4 cartes donnant respectivement :

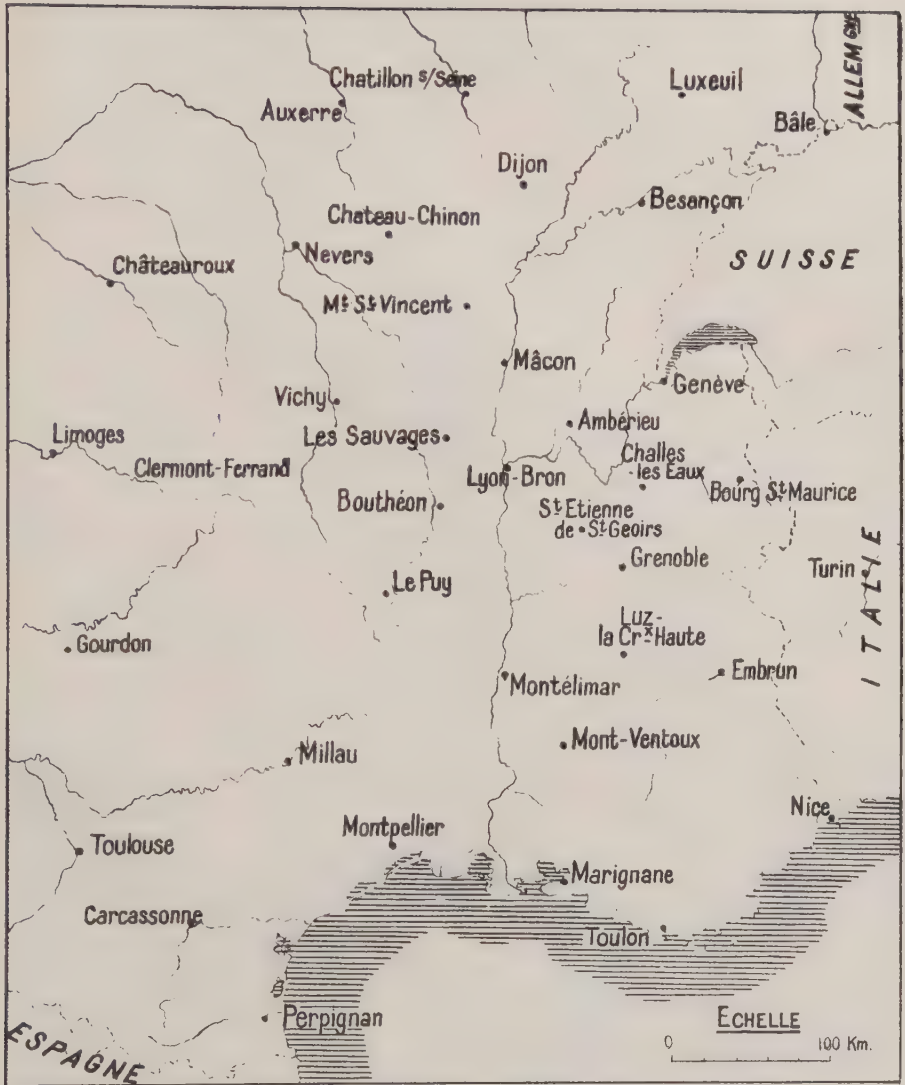


Fig.6 - Stations utilisées pour le tracé des isohyètes des figures 7 à 10

- les précipitations de 6 h à 18 h le jour
- les précipitations de 18 h le jour à 6 h le lendemain
- les précipitations de 6 h à 18 h le lendemain
- les précipitations de 6 h le jour à 18 h le lendemain, (c'est-à-dire le total des chiffres pointés sur les 3 cartes précédentes).

L'examen de ces cartes conduit aux conclusions suivantes(fig.6 à 10) :

a) Les pluies fortes observées à Bron ont un caractère régional : elles appartiennent à des "noyaux" de précipitations dont la plus grande dimen-

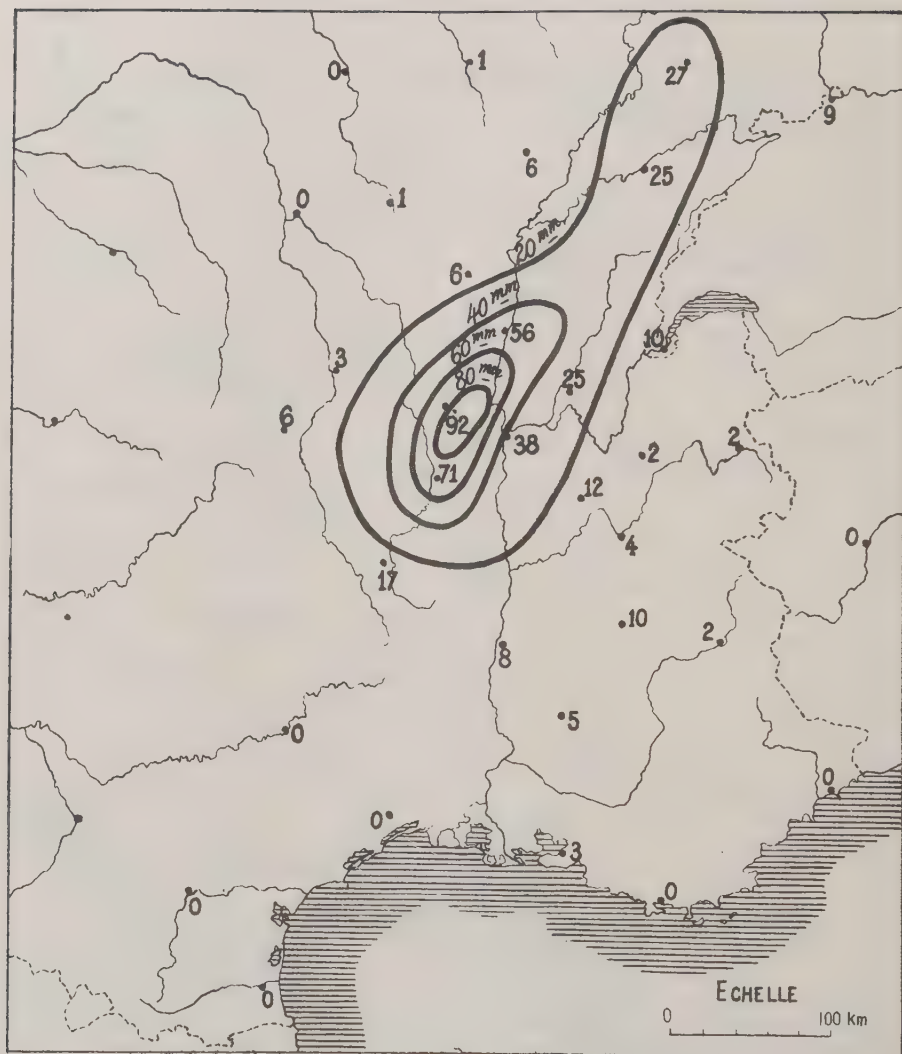


Fig.7 - Carte d'isohyètes du 25 août 1950 à 18 h. (T.U.)

Eau recueillie dans les 36 heures précédentes

sion atteint généralement plusieurs centaines de kilomètres. Le régime de S à SW apparaît ainsi comme un élément fondamental du climat, non seulement à Lyon, mais encore dans la plupart des régions situées entre le Massif Central, les Alpes et le Jura.

b) autant qu'on peut en juger d'après le tracé schématique des isohyètes (le nombre des stations utilisées étant relativement faible) la répartition des pluies n'est pas liée de façon simple au relief terrestre. Les centres des "noyaux" de précipitations se trouvent placés tantôt sur les montagnes, tantôt dans les vallées.

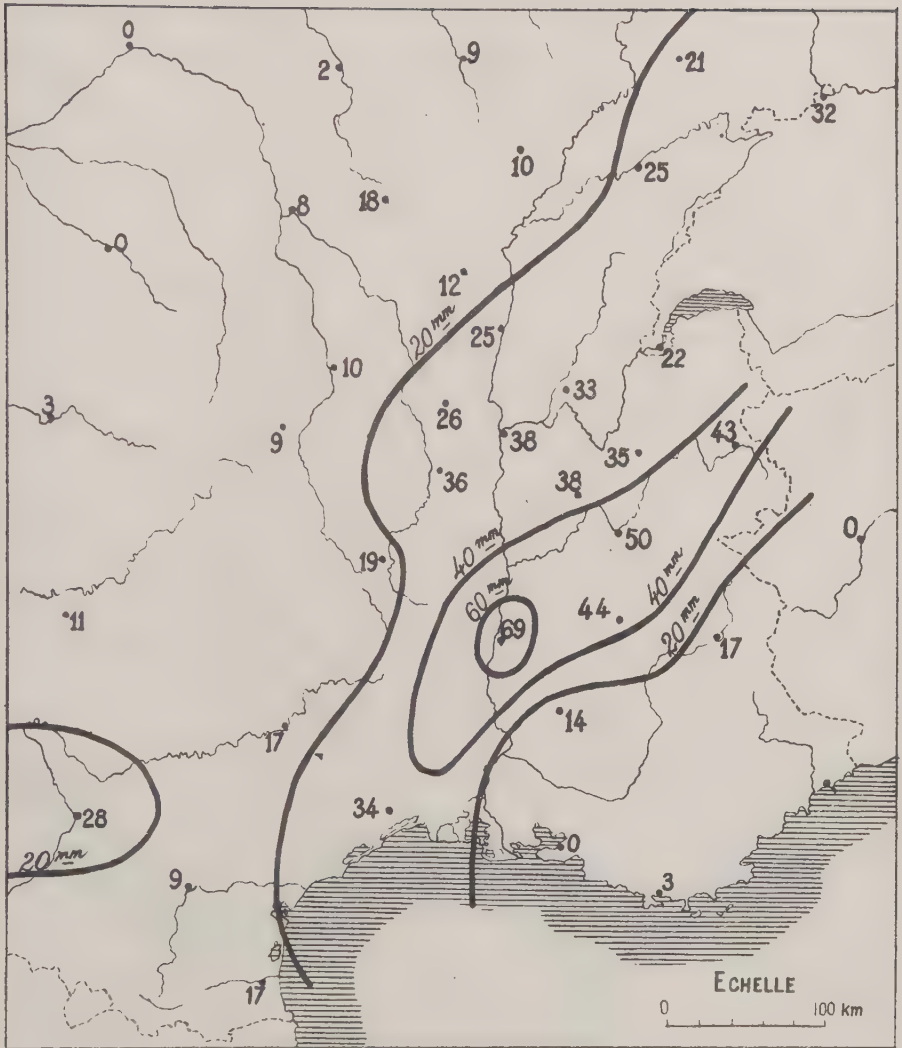


Fig.8 - Carte d'isohyètes du 21 août 1951 à 18 h. (T.U.)

Eau recueillie dans les 36 heures précédentes

c) Certains emplacements privilégiés paraissent exister pour les centres de ces noyaux. Sur les 16 cartes représentant les pluies tombées en 36 heures, de 6 h le jour à 18 h le lendemain, les maxima de précipitations observés ont les positions et valeurs suivantes :

19 novembre 1949	- Lus La Croix-Haute (Drôme)	138 mm
25 février 1950	- Genève	61 mm
17 mai 1950	- Montélimar	74 mm
25 mai 1950	- Lyon	39 mm
16 juin 1950	- St Etienne-Bouthéon	49 mm

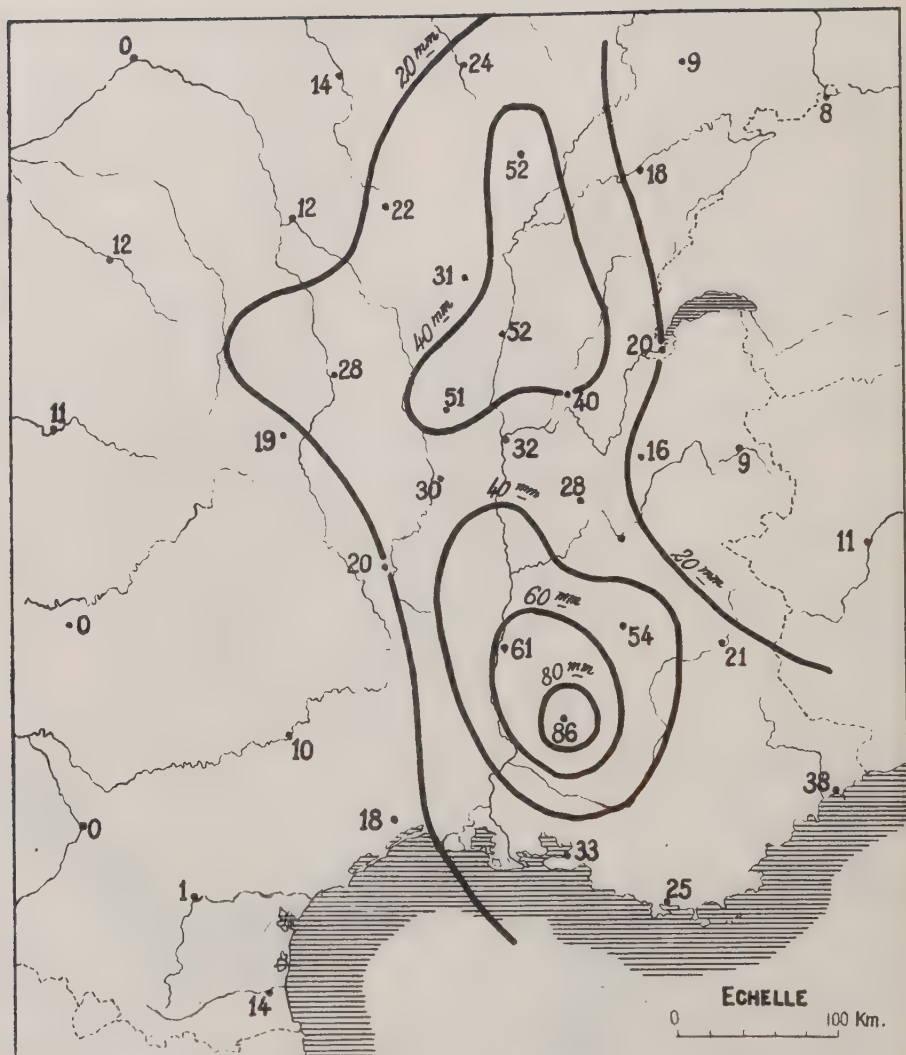


Fig. 9 - Carte d'isohyètes du 11 novembre 1951 à 18 h. (T.U.)
Eau recueillie dans les 36 heures précédentes

24 août 1950	- Les Sauvages (Rhône)	92 mm
11 novembre 1950	- Lus La Croix-Haute	98 mm
9 février 1951	- Montélimar	44 mm
26 mai 1951	- Montélimar	88 mm
22 juin 1951	- Clermont-Ferrand	41 mm
20 août 1951	- Montélimar	69 mm
23 septembre 1951	- Mont-Ventoux	49 mm
13 octobre 1951	- Montpellier	67 mm
10 novembre 1951	- Mont-Ventoux	86 mm

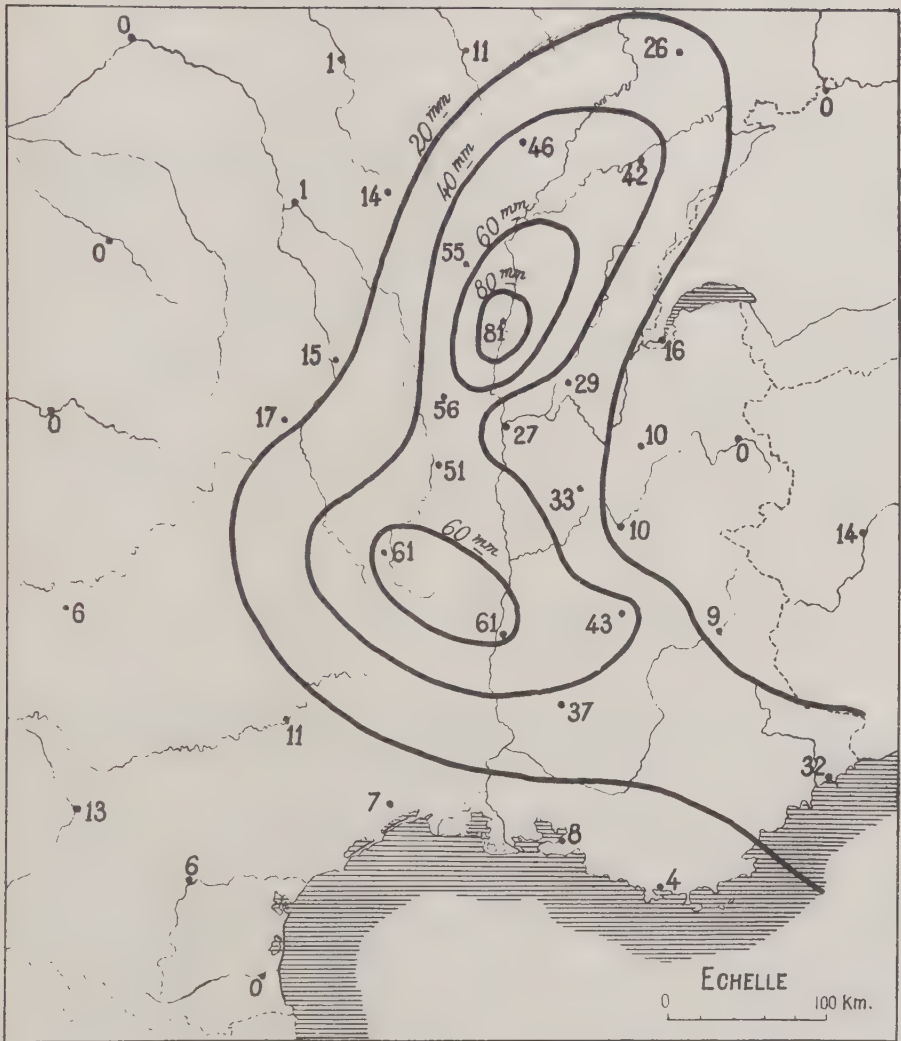


Fig.10 - Carte d'isohyètes du 19 nov. 1951 à 6 h. (T. U.)

Eau recueillie dans les 12 heures précédentes

18 novembre 1951 - Mâcon

81 mm

19 novembre 1951 - Mont Ventoux

93 mm

Les maxims de précipitations ont donc été situés :

- 4 fois à Montélimar
- 3 fois au Mont-Ventoux
- 2 fois à Lus La Croix-Haute
- 1 fois à Lyon
- 1 fois à St-Etienne

- 1 fois aux Sauvages
- 1 fois à Mâcon
- 1 fois à Genève
- 1 fois à Clermont-Ferrand
- 1 fois à Montpellier

Avec toutes les réserves que justifie le petit nombre de cas étudiés et le réseau assez clairsemé des stations utilisées, il semble que les maxima de précipitations se produisent fréquemment dans la région Montélimar - Mont-Ventoux - Lus La Croix Haute (9 cas) et la région lyonnaise, Lyon - St-Etienne - Les Sauvages - Mâcon (4 cas).

Cette localisation des noyaux de pluie du régime de S à SW s'inscrit probablement dans les cartes normales annuelles de précipitations - telles que celle établie par SANSON pour la période 1891-1930 (6) - où l'on observe sur la vallée du Rhône, entre Tournon et Pont-St-Esprit, un seuil relativement élevé de précipitations annuelles comprises entre 800 et 1 000 millimètres alors que plus au Nord ou plus au Sud, ces précipitations sont comprises entre 700 et 800 mm.

d) Les courbes qui entourent le centre des noyaux s'allongent considérablement vers le Nord ou le Nord-Est, à des distances atteignant souvent plusieurs centaines de kilomètres, comme si elles étaient soufflées par les vents de S à SW régnant en altitude.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

En vue d'étudier, à l'aide des méthodes de la climatologie dynamique les précipitations caractéristiques de la région lyonnaise on a choisi, pendant les années 1946 à 1951, toutes les journées où la hauteur d'eau tombée en 24 heures atteignait ou dépassait 10 millimètres.

Ces journées présentent en effet un intérêt considérable parce que :

1) elles constituent une fraction très importante du total pluviométrique annuel, fraction voisine de 60 % à Lyon et comprise entre 50 et 75 % dans les climats régionaux de la moitié Sud-Est de la France.

2) elles sont assez peu nombreuses (25 par an en moyenne à Lyon) pour permettre l'examen des situations météorologiques correspondant à chacune d'elles.

3) elles sont la cause essentielle des excédents de pluviosité par rapport aux normales mensuelles.

Si l'on rapproche de la situation isobarique à 5 500 m d'altitude, définie par les courbes de niveau de la surface isobare 500 mb, ces journées de précipitations supérieures à 10 millimètres en 24 heures, on constate qu'elles se rattachent à des régimes météorologiques en altitude assez nettement définis. Le régime de Sud à Sud-Ouest occupe une place largement prépondérante, puisqu'il correspond à 76 % du nombre des journées de précipitations supérieures à 10 mm et à 80 % de la hauteur d'eau fournie par l'ensemble de ces précipitations.

En considérant uniquement les fortes pluies quotidiennes (supérieures à 25 mm en 24 heures) on voit qu'à l'exception d'une seule, survenue par régime de SE, ces précipitations appartiennent toutes au régime de S à SW.

Les orages susceptibles de donner des précipitations supérieures à 10 mm, c'est-à-dire presque tous ceux qui causent de graves dégâts, appartiennent à ces mêmes régimes météorologiques avec, là encore, une prédominance très accusée du régime de S à SW.

L'étude plus détaillée de ce régime a été faite pour les 16 journées de fortes pluies quotidiennes observées de 1949 à 1951. Malheureusement l'interprétation des radiosondages effectués pendant la pluie se révèle très difficile, sinon impossible pour des raisons diverses qui tiennent, à la fois, aux procédés de mesure et aux modifications du taux de décroissance de la température à l'intérieur d'une particule d'air saturé qui se déplace verticalement - La comparaison des radiosondages effectués avant et après la pluie, à 24 heures d'intervalle, montre que les précipitations du régime de S à SW sont accompagnées d'un refroidissement important, dont la valeur moyenne est d'environ 5° entre 1 500 et 5 500 mètres. Ceci confirme que l'arrivée d'air froid, sous forme de front froid, joue un rôle essentiel dans le mécanisme de ces pluies.

L'estimation du vent théorique, effectuée d'après l'écartement moyen des isohypses des surfaces isobares 700 et 500 mb, donne pour la vitesse moyenne des vents de S à SW, pendant la pluie, 50 km/h. à 3 000 m et 80 km/h. à 5 500 m.

Au niveau de la mer le champ isobarique correspond à un régime de vents calmes ou faibles de NW, alors qu'en altitude règnent les vents de S à SW.

Les précipitations les plus importantes ont lieu au moment du passage du front ou derrière celui-ci et il arrive que leur intensité reste sensiblement constante pendant 9 heures et plus, ce qui indique que la situation météorologique locale est alors tout à fait stationnaire.

Le tracé des cartes d'isohyètes pour les 16 journées choisies révèle que les fortes pluies à Lyon appartiennent à de très vastes "noyaux" de précipitations, dont le centre est fréquemment situé dans la région de Montélimar et, moins souvent, dans la région lyonnaise.

La connaissance du mécanisme des précipitations dans le régime de S à SW intéresse donc non seulement la région lyonnaise mais une très grande partie du "sillon rhodanien", constitué par les vallées de la Saône et du Rhône.

Les résultats précédents permettent de schématiser comme suit les conditions météorologiques générales donnant naissance aux précipitations caractéristiques de ce régime :

1) Existence, au moins entre 3 000 et 5 500 m d'un régime de vents bien organisés de direction comprise entre le Sud et le Sud-Ouest.

2) Arrivée dans les couches inférieures à 3 000 m. d'un front froid limitant une masse d'air dont la température est en moyenne de 5° plus basse que celle de la masse d'air venant de S à SW.

3) Etablissement d'une situation météorologique à caractère stationnaire, accompagnée de précipitations abondantes et prolongées, dont les maxima se situent souvent dans la région de Montélimar et parfois dans la région lyonnaise.

Partant de ces faits et s'appuyant sur les principes énoncés dès 1921 par BJERKNES (2) pour le comportement des fronts dans les régions montagneuses on peut bâtir des hypothèses.

L'établissement d'une situation stationnaire s'expliquerait par la difficulté qu'éprouverait la masse d'air relativement très froide, donc très

lourde, à s'élever, en soulevant au-dessus d'elle la couche d'air chaud, pour franchir l'obstacle extrêmement important constitué par le Jura et les Alpes.

Bien que la configuration de la surface frontale stationnaire ne puisse actuellement être connue, les maxima de précipitations fréquemment observés en certaines régions permettent de supposer qu'il existerait dans ces régions des "versants" d'air froid particulièrement abrupts, provoquant l'ascension rapide de l'air chaud venant de S à SW et, par suite, de fortes précipitations. Ces versants stationnaires d'air froid, situés au-dessous de 3000 m d'altitude, s'établiraient aux endroits où la disposition du relief montagneux favoriserait leur formation, ce qui expliquerait leur localisation privilégiée en certains points.

Si cette dernière hypothèse correspond à la réalité, il y aurait, pendant les pluies du régime de S à SW, tout un relief d'air froid qui viendrait se superposer au relief terrestre et supplanter l'influence de ce dernier dans la répartition locale des précipitations.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - BALDIT A. - Sur un cas particulier d'orages par vent de Sud dans le sud de la France (29-30 octobre 1922) - Le Puy en Velay - Imp. Peyriller, 23 Bd Carnot - 1923
- 2 - BJERKNES J. et SOLBERG H. - Les conditions météorologiques de formation de la pluie - Mémorial de l'Office National Météorologique de France - Paris - 1923
- 3 - BYERS H.R. et BRAHAM R.R. - The Thunderstorm - U.S. Department of Commerce, Weather Bureau, à Washington D.C. 1949
- 4 - FAVROT C. - Monographie climatologique de Lyon-Bron - Météorologie Nationale (E.C.M.) - Paris 1948
- 5 - FAVROT C. - Bulletins annuels du Comité météorologique consultatif du département du Rhône - Numéros XIX (1946) à XXIV (1951) - Lyon
- 6 - SANSON J. - Recueil de données statistiques relatives à la Climatologie de la France - Mémorial de la Météorologie Nationale N°30 - Paris 1945
- 7 - VIALAR J. - Cours élémentaire de Mécanique de l'atmosphère - Météorologie Nationale - Paris 1951
- 8 - VIAUT A. - Les aspects du temps en Europe Occidentale - Ed. Blondel La Rougery - Paris 1947

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

SUR LA MESURE DE LA TEMPÉRATURE A TRÈS HAUTE ALTITUDE

Vu :

les Membres du Jury,
DÉJARDIN, DUFAY, JANIN

Vu et approuvé :

le Doyen de la Faculté des Sciences,
R. DOUIN.

Vu et accordé le permis d'imprimer :

Lyon, le 5 Juin 1952.

Le Recteur,
André ALLIX.

